UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

Master universitario en eficiencia y aprovechamiento energético

TRABAJO FIN DE MASTER

TFM. Nº: 4523M01A3

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

TUTOR: ANTONIO COUCE CASANOVA

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2017**

Fdo.: EL AUTOR Fdo.: EL TUTOR

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

INDICE GENERAL

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

4. PLANOS

5. PLIEGO DE CONDICIONES

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

MEMORIA

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

2 MEMORIA

TITULO DEL TRABAJO

Estudio energético y simulación de las instalaciones de una vivienda unifamiliar.

2.1 OBJETO

El trabajo tiene como objeto, el estudio del comportamiento energético de una vivienda unifamiliar con una superficie total aproximada de 400 m2, así como las medidas para la reducción de estos consumos, con la finalidad de obtener un consumo de energía primaria casi nulo. Entre estas medidas se encuentran la mejora de los aislamientos, mejora de las instalaciones energéticas con el aporte de energías renovables, solar térmica, fotovoltaica, etc.

El trabajo está formado por la *memoria descriptiva* en la que justificamos las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos y pliego de condiciones, describe de forma univoca el objeto del trabajo.

Se ha tenido como referente el cumplimiento de todos los trámites legales a que están sujetos este tipo de instalaciones con objeto de obtener los oportunos permisos y licencias ante los Organismos correspondientes.

2.2 ALCANCE

Partiendo según documentación de proyecto, donde se indica la solución constructiva de la envolvente de la casa, así como la distribución y utilización de espacios, e instalaciones actuales. Se realizará:

1º Modelado del edificio para simulación con programas HULC y CE3X, obtener certificación energética inicial.

2º Propuesta de mejora en el ámbito de las instalaciones. (solar térmica, fotovoltaica, geotérmica, iluminación, etc.)

3º Cuantificación de las reducciones de consumo por tipo de instalación. 4º Estudio económico y de rentabilidad de las propuestas.

5º Obtención de certificación energética final.

6º Presentación de resultados con programa VISOL, Dview, o similar

7º Realización de estudio técnico detallado (planos, esquemas de principio, condiciones técnicas, presupuesto,) de las mejoras propuestas.

Este Trabajo se redacta para la Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol con domicilio en Avenida 19 de Febrero s/n, Ferrol, con objeto de que sirva como Trabajo Fin de Master para el alumno Celestino Juan López Montero.

2.3 ANTECEDENTES

2.3.1 Descripción del edificio

El uso de la vivienda es residencial. A continuación, se describen las partes de la vivienda:

Imagen 2.3.1.1 vivienda

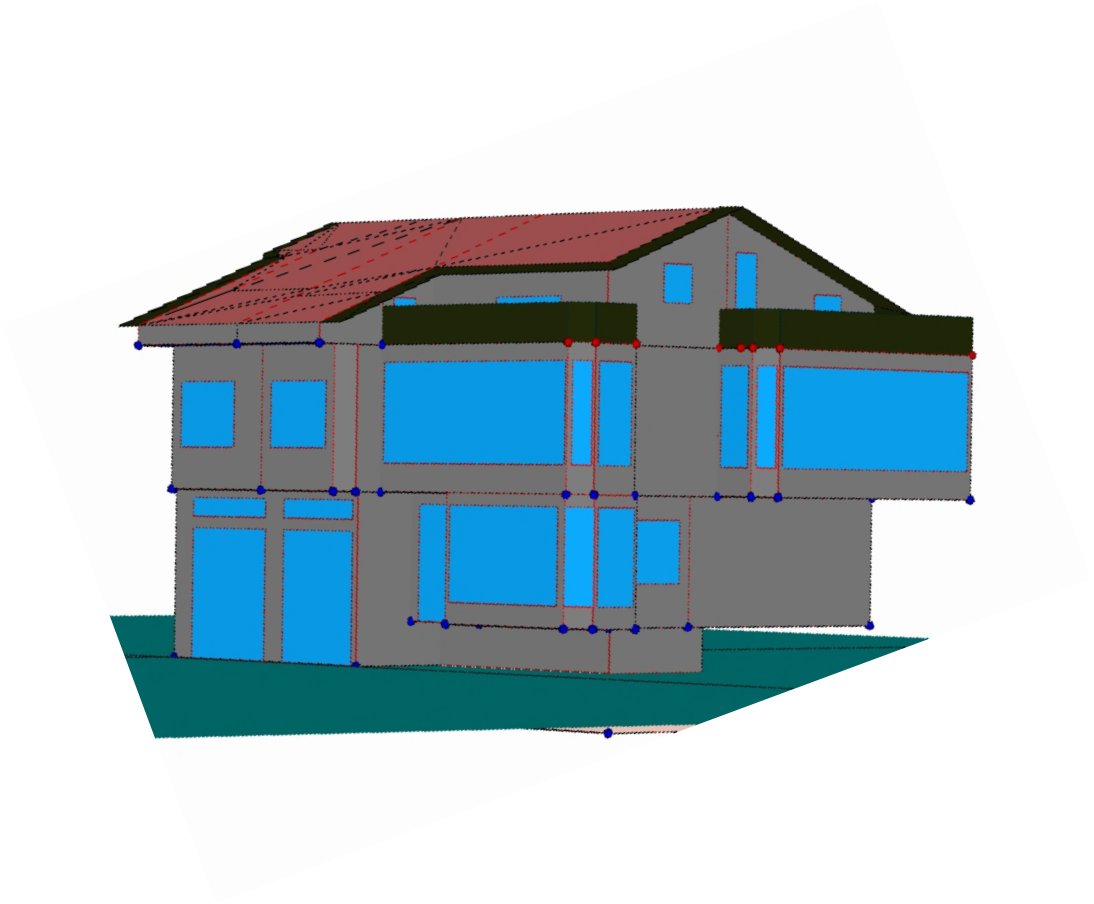


Imagen 2.3.1.2. Vivienda simulación hulc

- **SÓTANO BODEGA:**

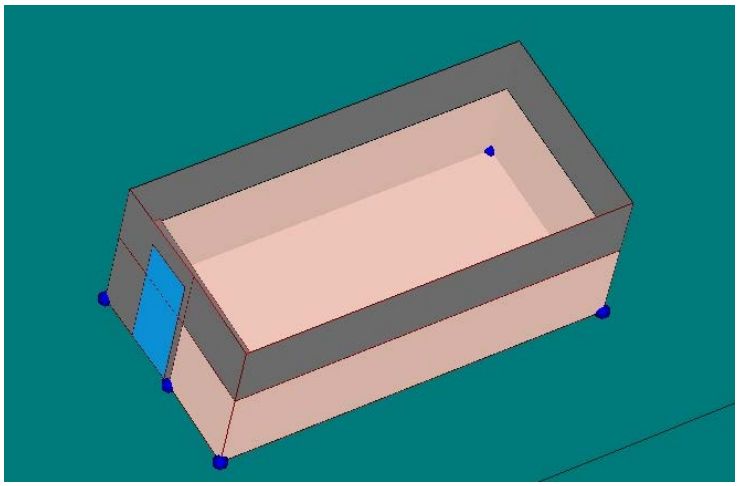


Imagen 2.3.1.3. Sótano bodega

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P01_E01	BODEGA	13,8

Tabla 2.3.1.1 datos bodega

- **GARAJE:**

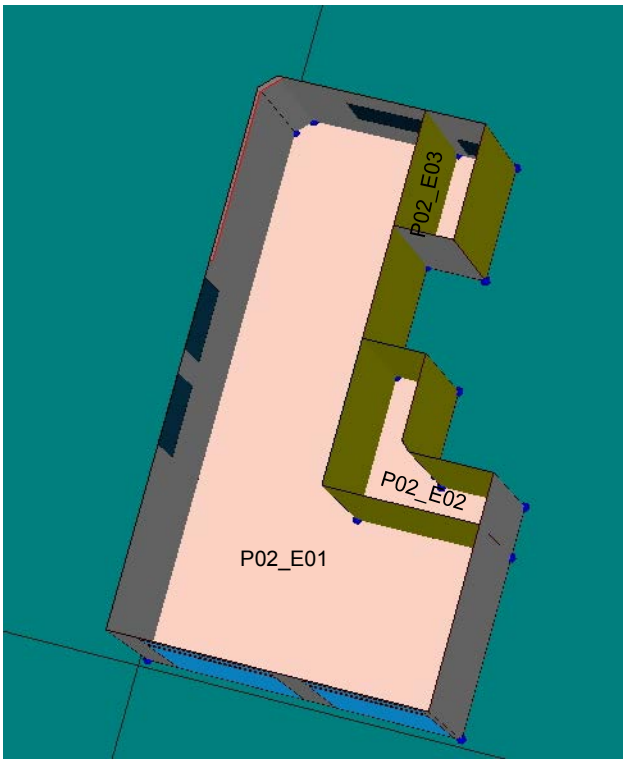


Imagen 2.3.1.4. Garaje

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P02_E01	GARAGE	42,7
P02_E02	ESCALERA	5
P02_E03	INSTALACIONES	2,5

Tabla 2.3.1.2. Datos garaje

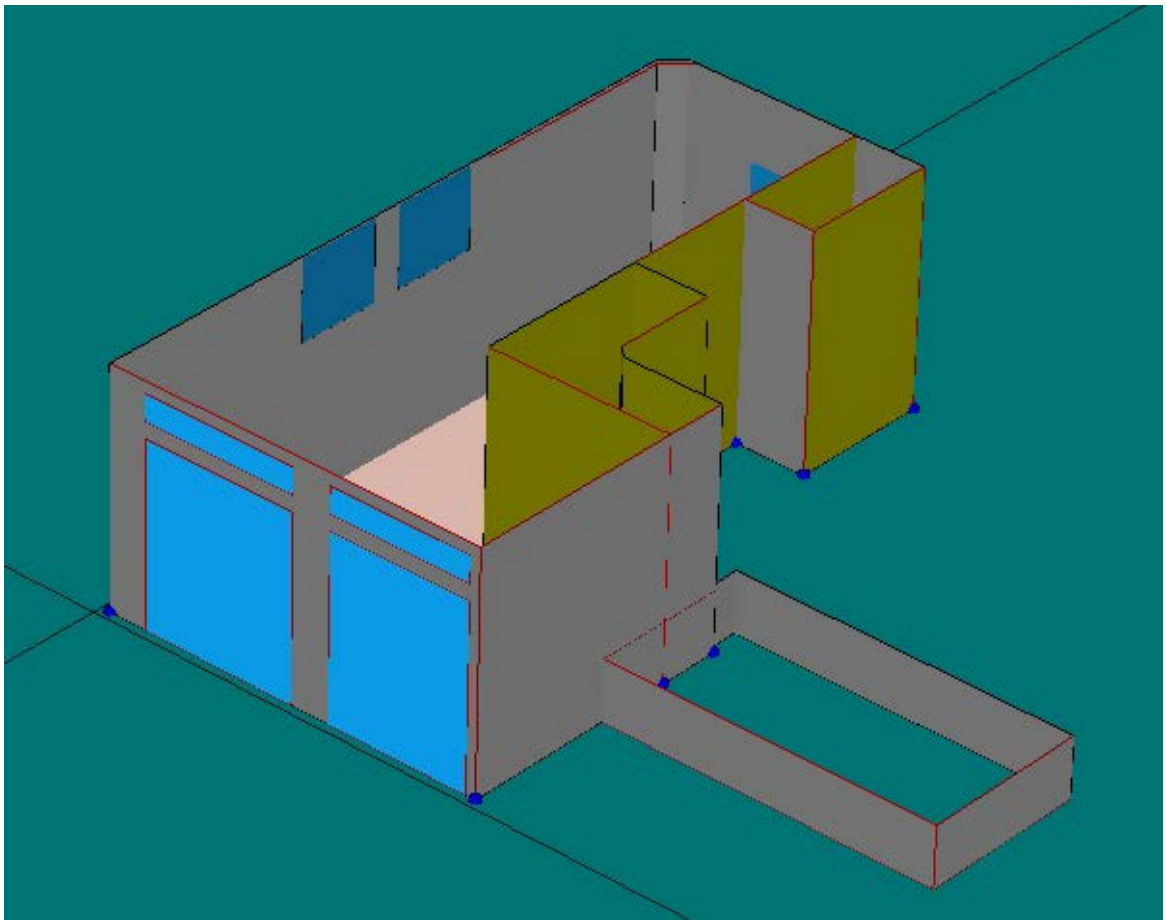


Imagen 2.3.1.5. P01, P02

- **PLANTA BAJA:**

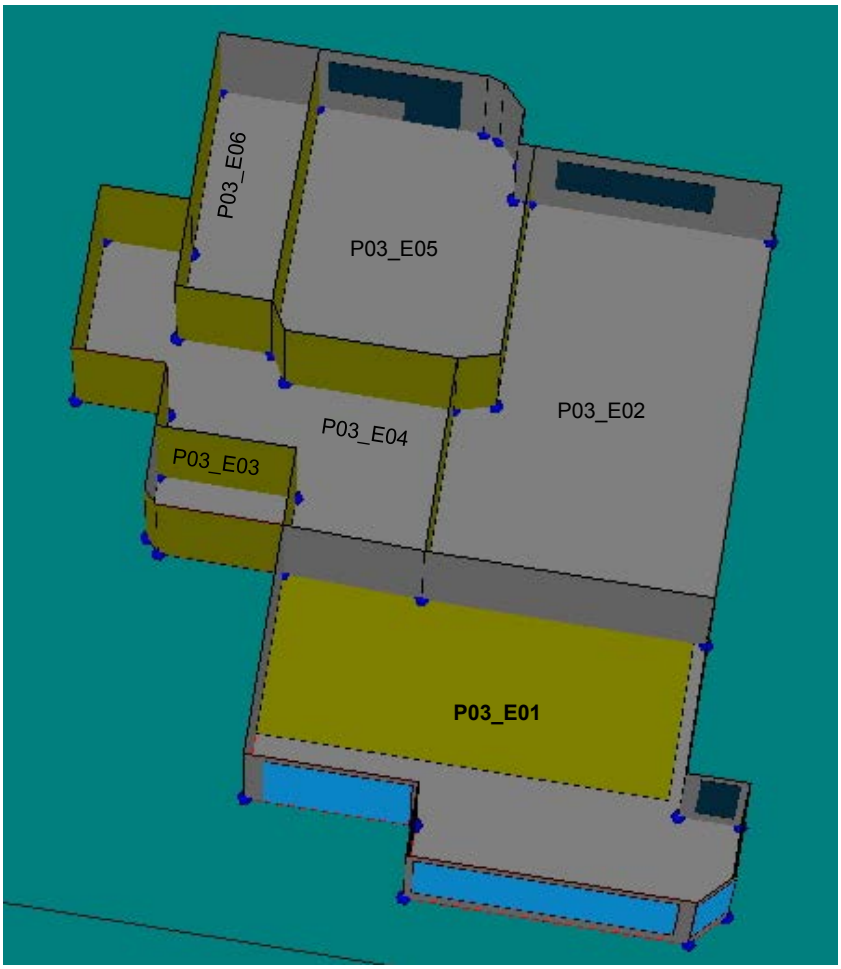


Imagen 2.3.1.6. Planta baja

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P03_E01	HALL	19,7
P03_E02	COMEDOR	17,9
P03_E03	BAÑO	1,7
P03_E04	DISTRIBUIDOR	9,8
P03_E05	COCINA	10,2
P03_E06	ESCALERA	4,1

Tabla 2.3.1.3. datos planta baja

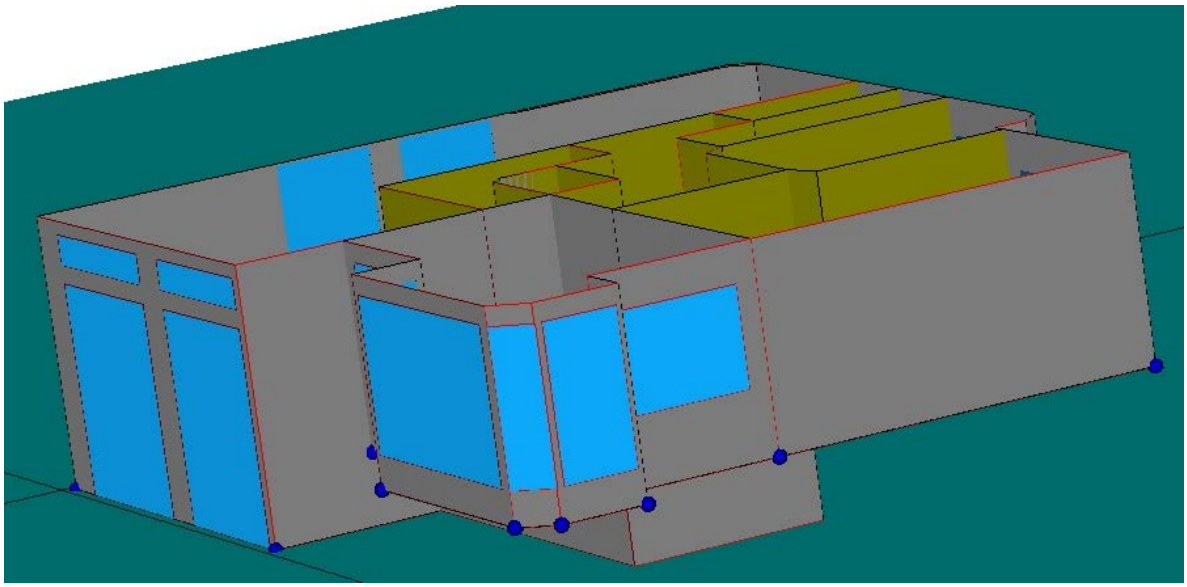


Imagen 2.3.1.7. P01, P02, P03

- **PRIMERA PLANTA:**

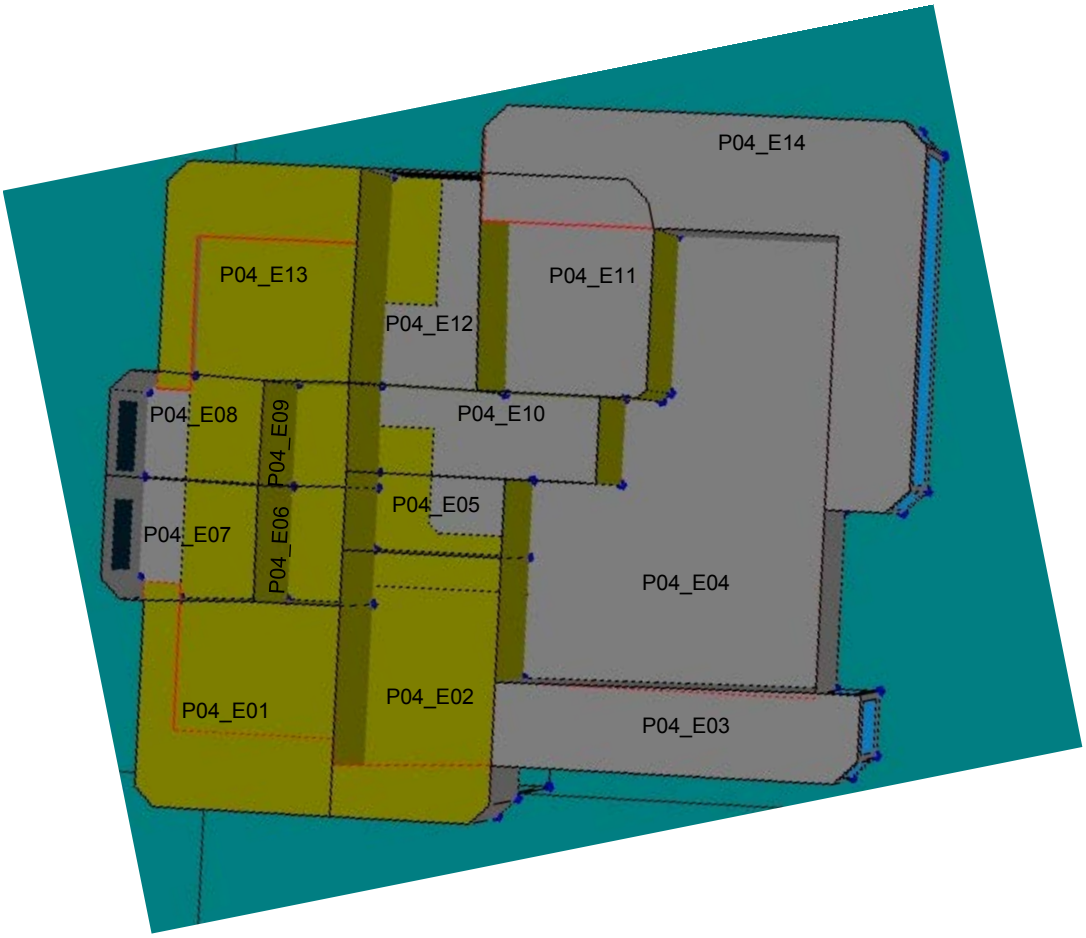


Imagen 2.3.1.8. Primera planta

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P04_E01	HABITACION	11,8
P04_E02	HABITACION	12
P04_E03	GALERIA	8,9
P04_E04	SALON COMEDOR	32,5
P04_E05	PASILLO	3,5
P04_E06	PASILLO	2,9
P04_E07	BAÑO	5,2
P04_E08	BAÑO	4,6
P04_E09	PASILLO	2,6
P04_E10	PASILLO	6,2
P04_E11	COCINA	10,4
P04_E12	ESCALERA	7,6
P04_E13	HABITACION	11,8
P04_E14	GALERIA	18,4

Tabla 2.3.1.4. Datos primera planta

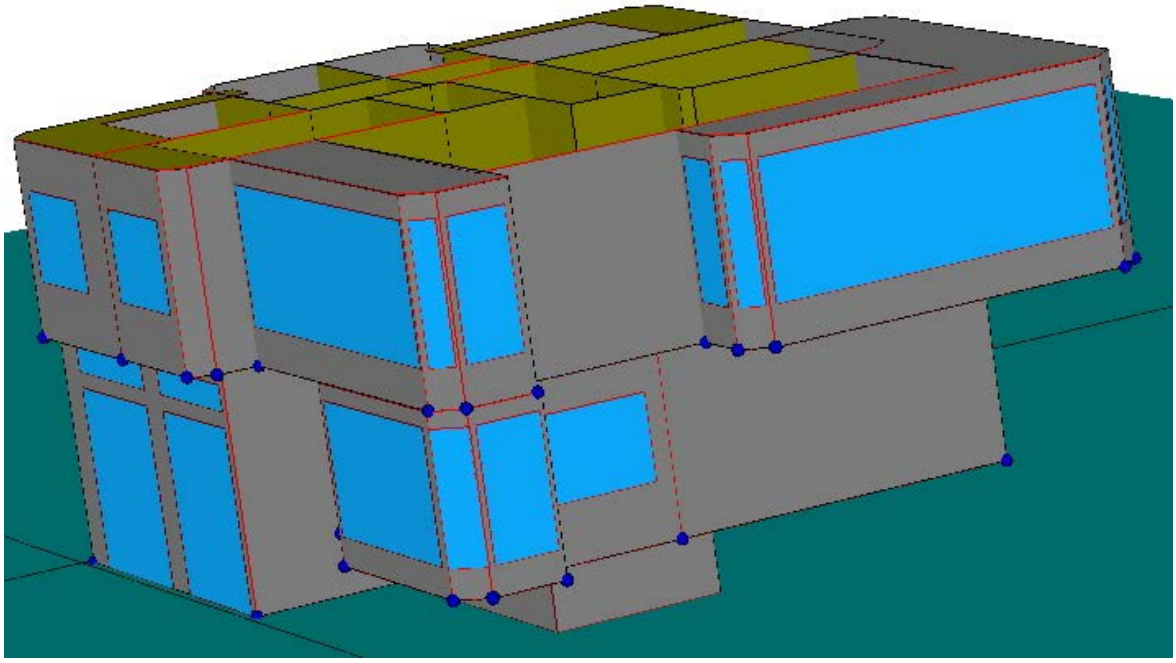


Imagen 2.3.1.9. P01, P02, P03, P04

- **BAJO CUBIERTA:**

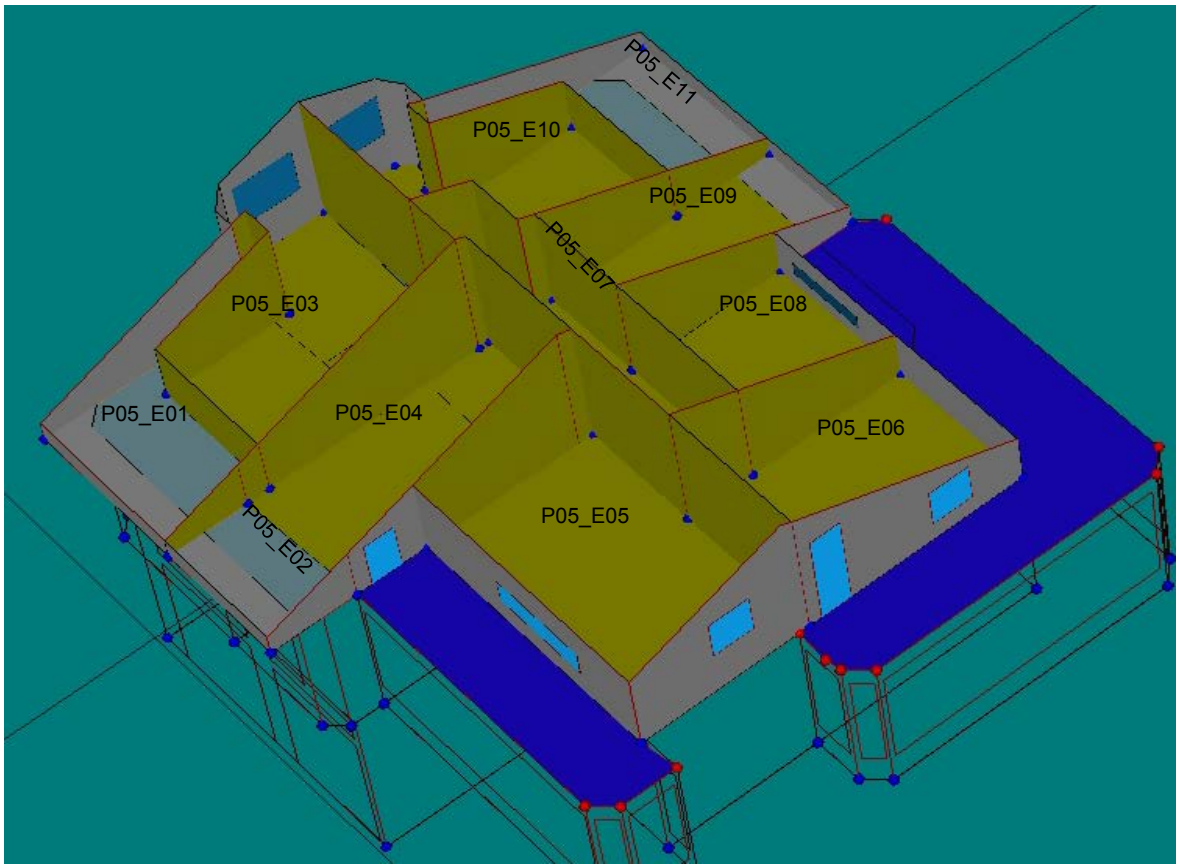


Imagen 2.3.1.10. Bajo cubierta

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P05_E01	NO HABITABLE	8,2
P05_E02	NO HABITABLE	4,4
P05_E03	HABITACION	14,2
P05_E04	COCINA	13
P05_E05	SALON	18
P05_E06	HABITACION	12,9
P05_E07	PASILLO	8
P05_E08	BAÑO	9,2
P05_E09	ESCALERA	9,5
P05_E10	HABITACION	12
P05_E11	NO HABITABLE	14,2

Tabla 2.3.1.5. Datos bajo cubierta

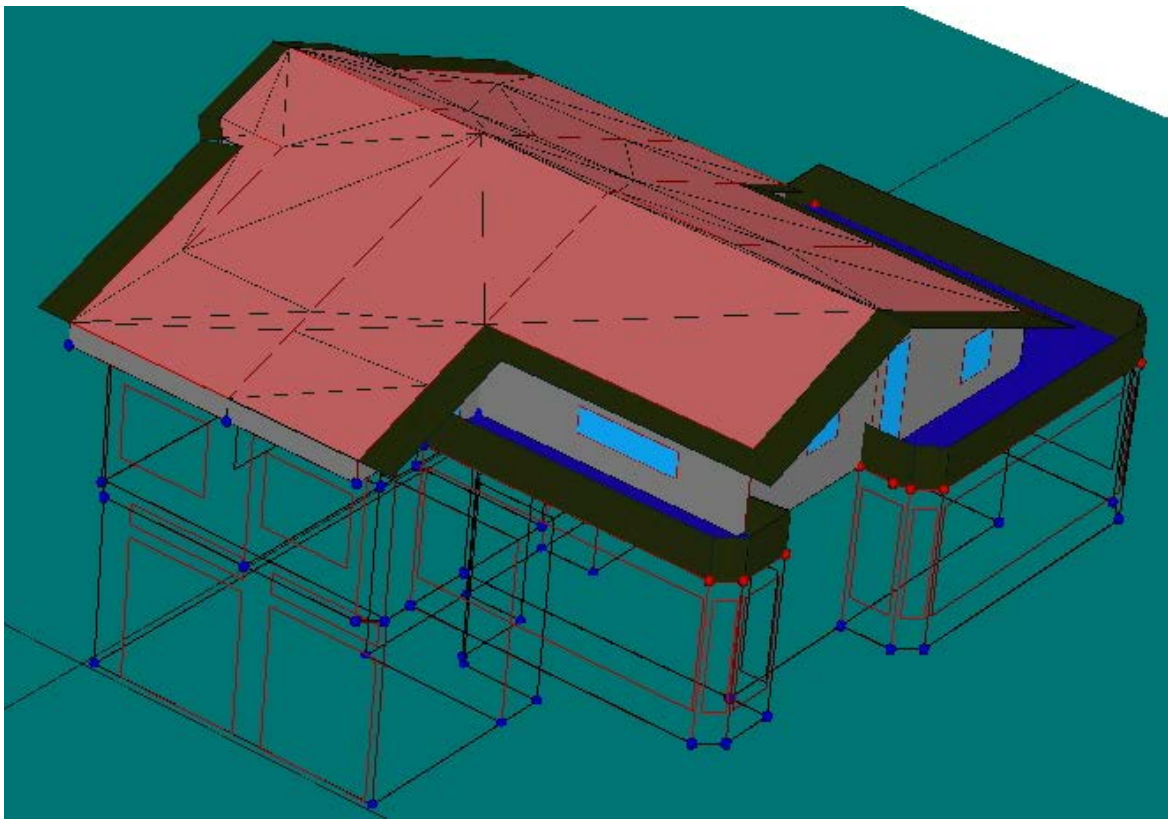


Imagen 2.3.1.11. Tejado y terrazas

Las alturas de las plantas son las siguientes:

planta	P01	P02	P03	P04	P05
Altura(m)	2,15	3,63	2,7	3,07	1,5 (valor medio)

Tabla 2.3.1. Altura plantas

2.3.2. Instalación fotovoltaica.

La instalación se calcula para proporcionar la energía consumida por la vivienda. Siempre ajustándose a la normativa vigente, como resultado de los cálculos realizados se instalarán 12 módulos fotovoltaicos capaces de suministrar la energía necesaria para la vivienda.

2.3.3. Instalación de ACS.

La instalación de agua será capaz de suministrar el agua caliente a todos los locales de la vivienda con unas condiciones mínimas de presión y caudal establecidas en el RITE.

El diseño de la instalación ha sido realizado de acuerdo al CTE y especialmente al DB- HS: Documento de Salubridad.

La red de tuberías para la instalación de ACS se ha diseñado de acuerdo a lo establecido en el CTE-DB-HS 4: Suministro de aguas.

La instalación de captadores solares y su correspondiente diseño se ha basado en lo dispuesto en el CTE-DB-HE: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

La instalación de ACS es capaz de suministrar un caudal de 224 litros/ día a la temperatura de 60ºC.

2.3.4. Instalación de geotermia.

Para este tipo de instalación se realizará un estudio. Pero para este trabajo no se aplicará por su elevado coste

2.3.5. Mejora de la envolvente térmica.

- **Estudios previos**:

Situación del edificio de estudio, para el posterior diseño y definición.

- **Diseño de instalaciones y del envolvente**:

Para llevar a cabo la calificación es necesario saber las características de algunas de las instalaciones que forman parte del edificio como también de la tipología de materiales que está construido. De esta forma, se especificarán las instalaciones necesarias para la calificación de un edificio, exponiendo las

condiciones técnicas y económicas de ejecución, justificando las soluciones adoptadas como también demostrar el cumplimiento de la normativa vigente con todos sus respectivos cálculos. Además de definir la envolvente del edificio teniendo en cuenta el cumplimiento del código técnico de la edificación como también los requerimientos y necesidades del cliente.

- **Calificación del edificio**:

A partir de toda la información obtenida del apartado anterior, se obtendrá la calificación del edificio. Se determinará su eficiencia según las instalaciones y la envolvente. Para evitar confusiones, ha de quedar clara la diferencia entre *calificación2)* y *certificación3)*. En este proyecto se calificará un edificio, no se certificará, puesto que esta última es una labor de la administración y será ella la encargada de realizarla a través del órgano correspondiente.

- **Medidas de mejora:**

A partir de toda la información obtenida del apartado anterior, se realizaran las mejoras necesarias en la envolvente y en las instalaciones para conseguir una calificación clase A

2.4. NORMAS Y REFERENCIAS

2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

La reglamentación a tener en cuenta en la ejecución del trabajo es la siguiente:

- (2013). Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE. Ahorro de Energía (Ed. 2013). Ministerio de Fomento
- (2013). Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Ministerio Industria, Energía y Turismo
- (2007). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Ministerio Industria, Energía y Turismo y posterior modificación (2013)
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). (BOE

28/02/2008).

- Real Decreto 616/2017, de 16 de junio, por el que se regula la concesión directa de subvenciones a proyectos singulares de entidades locales que favorezcan el paso a una economía baja en carbono en el marco del Programa operativo FEDER de crecimiento sostenible 2014-2020.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Decreto 842/2002. BOE 224 de 18.9.02
- Documento Básico (HE) Ahorro de Energía del Código Técnico de la

Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Norma UNE-100.289:2005. Climatización: Sala de máquinas.
- Reglamento de Aparatos a Presión.

También se han considerado algunas recomendaciones de las Normas UNE, que afectan a este tipo de instalaciones.

- Ley 38/1.972 de 22 de Diciembre sobre protección del ambiente Atmosférico y decreto 833/1.975 (B.O.E. 22/4/75).
- Norma UNE-123.001:2.005 Chimeneas. Cálculo y diseño.
- Ley 38/1.972 de 22 de Diciembre sobre protección del ambiente Atmosférico y decreto 833/1.975 (B.O.E. 22/4/75).
- Real Decreto 1630/1992 por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE.
- Real Decreto 275/1995 de 24 de Febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 94/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva del Consejo 93/68/CEE.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).
- Todas las Normas UNE y de la CEE a las que se hace referencia en las RITE.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Todas las normas UNE a las que se hace referencia en el CTE.
- UNE 1027. Dibujo Técnico. Plegado de planos.
- UNE 1032. Dibujos Técnicos. Principios generales de representación.
- UNE EN ISO 7200. Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.
- UNE 1039. Dibujos Técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- UNE-EN 80416-1:2011. Principios básicos para los símbolos gráficos utilizables en los equipos. Parte 1: Creación de símbolos gráficos para registro.
- UNE-EN 80416-2:2003. Principios básicos para los símbolos gráficos utilizables en los equipos. Parte 2: Formas y utilización de las flechas. (ISO 80416-2:2001)
- UNE-EN 80416-3:2003. Principios básicos para los símbolos gráficos utilizables en los equipos. Parte 3: Guía para la aplicación de los símbolos gráficos.
- UNE 1135. Dibujos Técnicos. Lista de elementos.
- UNE 1166-1. Documentación técnica de productos. Vocabulario. Parte 1: Términos relativos a los dibujos técnicos: generalidades y tipos de dibujo.
- UNE-EN-ISO 3098-0. Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:1997).

- UNE-EN-ISO 3098-2. Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 2: Alfabeto latino, números y signos. (ISO 3098-2:2000).
- UNE-EN-ISO 3098-3. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 3: Alfabeto griego. (ISO 3098-3:2000).
- UNE-EN-ISO 3098-4. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 4: Signos diacríticos y particulares del alfabeto latino. (ISO 3098-4:2000).
- UNE-EN-ISO 3098-5. Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 5: Escritura en diseño asistido por ordenador (DAO), del alfabeto latino, las cifras y los signos. (ISO 3098-5:1997).
- UNE-EN-ISO 3098-6. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 6: Alfabeto cirílico. (ISO 3098-6:2000).
- UNE-EN-ISO 5455. Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).

UNE-EN-ISO 5456-1. Dibujos Técnicos. Métodos de Proyección. Parte 1: Sinopsis. (ISO 5456-1:1996).

- UNE-EN-ISO 5456-2. Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas. (ISO 5456-2:1996).
- UNE-EN-ISO 5456-3. Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas. (ISO 5456-3:1996).
- UNE-EN-ISO 5457. Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999).
- UNE-EN ISO 6433. Dibujos técnicos. Referencia de los elementos. (ISO 6433:1981).
- UNE-EN-ISO 10209-2. Documentación técnica de producto. Vocabulario. Parte 2: Términos relacionados con los métodos de proyección. (ISO 10209-2:1993).
- UNE-EN ISO 11442:2006. Documentación técnica de productos. Gestión de documentos (ISO 11442:2006).

- UNE-EN ISO 81714-1:2010. Diseño de símbolos gráficos utilizables en la documentación técnica de productos. Parte 1: Reglas fundamentales. (ISO 81714-1:2010)

2.4.2. Bibliografía

2.4.2.1. Libros:

-"Proyecto y cálculo de instalaciones solares térmicas".

Pilar Pereda Suquet

– "Eficiencia energética en edificios: certificación y auditorías energéticas. Thomson Paraninfo. Madrid, 2006".

Rey Martínez F., Velasco Gómez

– "(2010). Instalaciones de energía fotovoltaica: como rentabilizar la energía solar. Madrid: Ibergarceta."

Moreno Alfonso, N.

–"(2010). Energía solar fotovoltaica: cálculo de una instalación aislada." Barcelona: Marcombo.

Pareja Aparicio, M.

–José Francisco Sanz Requena ... [et al.] (2011). Fundamentos de energía solar para grados y postgrados de titulaciones científico-técnicas. Valladolid : Universidad Europea Miguel de Cervantes

–Tobajas Vázquez, M. Carlos (2012). Montaje y mantenimiento de instalaciones solares térmicas : MF00601_2 : replanteo de instalaciones solares térmicas. Barcelona : Cano Pina

– Jutglar, Lluís (2012). Generación de energía solar fotovoltaica. Barcelona: Marcombo

– Zabalza Bribián, Ignacio (2009). Energía solar térmica. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza

– Bayod Rújula, Ángel Antonio (2009). Sistemas fotovoltaicos. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza

–International Energy Agency (2011). Solar energy perspectives (pp 161-169). Paris : OECD/IEA

–Fernández Salgado, José Mª (2010). Compendio de energía solar: Fotovoltaica, térmica y termoeléctrica. Madrid: Mundi-Prensa

– Dufo López, Rodolfo (2005). Curso interactivo de energía solar fotovoltaica. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza

– INGENIERÍA FOTOVOLTAICA VOL. III

EDUARDO LORENZO

– (2012). Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X. IDAE

– (2015). Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X. IDAE

2.4.2.2. Páginas web:

http://cte-web.iccl.es

http://www.idae.es

https://www.boe.es

http://bibliotecaeup.cdf.udc.es

http://www.codigotecnico.org

http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/7189

http://www.aenor.es

http://www.aemet.es

http://www.minetad.gob.es/ENERGIA/DESARROLLO/EFICIENCIAENERGETICA/CERTIFICACIONENERGETICA/Paginas/certificacion.aspx

http://www.sedecatastro.gob.es

http://www.inega.es/eficienciaenerxetica/RGEE/. INEGA

2.4.3. Programas de cálculo

Excel 2013

Hulc

Ce3x

Visol

DXFaCTE

PVGIS Programa online: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php

2.4.4. Otras referencias

Los organismos implicados para la aprobación del presente proyecto serán la Consellería de Industria y el Ayuntamiento de Coruña.

2.5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

RITE: Reglamento de instalaciones térmicas en edificios.

ACS: Agua caliente sanitaria.

AFS: Agua fría sanitaria.

CTE: Código técnico de la edificación.

LAT: Latitud (º)

LONG: Longitud (º)

a.s.n.m. (m): Altura sobre el nivel del mar (m)

2.6. REQUISITOS DE DISEÑO

El presente TFM tiene por objeto la mejora tanto de la envolvente como de las instalaciones de la vivienda unifamiliar.

Para ellos se ha mejorado el aislamiento de los muros exteriores mediante un sistema SATE.

Se ha sustituido la carpintería exterior por otra de mejor calidad

Se mejoraron las instalaciones mediante paneles de solar térmica, así como módulos fotovoltaicos y se ha sustituido la antigua caldera por una de biomasa más eficiente

Para todo lo mencionado anteriormente los materiales a utilizar cumplirán el marcado CE

Así como los cálculos se ajustarán a la normativa en vigor

Para la realización de los trabajos se solicitarán todos los permisos necesarios, para la ejecución de los mismos

2.7. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES

Las soluciones adoptadas son mejorar el aislamiento general de la vivienda y

de la fachada mediante un sistema SATE. Se mejorará también el aislamiento de la cubierta con un aislamiento de XPS de 100mm de espesor y se sustituirá la carpintería exterior por ventanas y puertas con rotura de puente térmico y cristales bajo emisivos.

Se han evaluado varias instalaciones, solar térmica, fotovoltaica, biomasa y geotermia. De estas instalaciones se ha descartado la de geotermia pues para conseguir un certificado clase A saldría mucho más caro que con el resto de instalaciones energéticas, pues a parte del coste de la instalación habría que realizar muchas reformas en la vivienda de importancia para el mejor aprovechamiento de la geotermia.

Por lo tanto, se ha hecho un estudio instalando dos calderas de biomasa, una de pellet y otra de leña de llama invertida. Se ha instalado un sistema de colectores solares térmicos y paneles fotovoltaicos. También se instalará una instalación experimental para aprovechamiento térmico de la energía solar. Todo esto se detalla mejor en los anexos de este trabajo.

2.8 RESULTADOS FINALES

Como resultado final hemos obtenido la calificación energética de la vivienda para el posterior registro del certificado en el INEGA en la siguiente página web **http://appsinega.xunta.es/rgeee/web/**

Mediante la aplicación:

Imagen 2.8.1. Aplicación de certificados de eficiencia energética

Aparte de los beneficios medioambientales y económicos que obtienen los usuarios de la vivienda

2.9. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

El orden de prioridad será el siguiente:

1 Planos

2 Pliego de Condiciones

3 Presupuesto

4 Memoria

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXOS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

ANEXO I ASIGNACION

ANEXO II CERTIFICACION INICIAL

ANEXO III CERTIFICACION DEFINITIVA CON LAS MEJORAS ENERGETICAS

ANEXO IV ANALISIS DE RESULTADOS

ANEXO V CALEFACCIÓN

ANEXO VI INSTALACION ACS

ANEXO VII FOTOVOLTAICA

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXO I: ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE MASTER

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

Escuela Universitaria Politécnica Ferrol
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Intranet eup

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE MÁSTER

En virtud de la solicitud efectuada por:
En virtud da solicitude efectuada por:

APELLIDOS, NOMBRE: *Lopez Montero,Celestino Juan*
APELIDOS E NOME:

DNI: [redacted] **Fecha de Solicitud:** Feb2017
DNI: *Fecha de Solicitude:*

Alumno de esta escuela en la titulación de Máster en Eficiencia y Aprovechamiento Energético, se le comunica que la Comisión de Seguimiento del MEYAE ha decidido asignarle el siguiente Trabajo Fin de Máster:

O alumno de esta escola na titulación de Máster en Eficiencia y Aprovechamiento Energético, comunícaselle que a Comisión de Seguemento do MEYAE decideu asignarlle o seguinte Traballo Fin de Máster:

Título T.F.M:Estudio energético y simulación de las instalaciones de una viviendad unifamiliar

Número TFM: *4523M01A3*

TUTOR:(Titor) *Couce Casanova,Antonio*

COTUTOR/CODIRECTOR:

La descripción y objetivos del Trabajo son los que figuran en el reverso de este documento:

A descrición e obxectivos do proxecto son os que figuran no reverso deste documento.

Ferrol a Jueves, 2 de Marzo del 2017

Retirei o meu Traballo Fin de Máster o dia _____ de _____ do ano _____

Fdo: Lopez Montero,Celestino Juan

Documento Generado automaticamente el: 02/03/2017 a las: 10:38:26 desde https://www.eup.udc.es/trabajosfindegrado/

DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO:OBJETO:
El objeto del presente TFM, es el estudio del comportamiento energético de una vivienda unifamiliar con una superficie total aproximada de 400 m2, así como las medidas a adoptar para reducción de los consumos, con la finalidad de obtener un consumo de energia primaría casi nulo.

ALCANCE:

Partiendo según documentación de proyecto, donde se indica la solución constructiva de la envolvente de la casa, así como la distribución y utilización de espacios, e instalaciones actuales.
Se deberá realizar:
1º Modelado del edificio para simulación con programas HULC y CE3X, obtener certificación energética inicial.
2º Propuesta de mejora en el ambito de las instalaciones. (solar térmica, fotovoltaica, geotérmica, iluminación, etc.)
3º Cuantificación de las reducciones de consumo por tipo de instalación.
4º Estudio económico y de rentabilidad de las propuestas.
5º Obtención de certificación energética final.
6º Presentación de resultados con programa VISOL, Dview, o similar
7º Realización de estudio técnico detallado (planos, esquemas de principio, condiciones técnicas, presupuesto,) de las mejoras propuestas.

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXO II CERTIFICACION INICIAL

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.2 REALIZACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN.

La certificación energética es un distintivo sobre las características energéticas de un inmueble. Se materializa como una etiqueta o certificado, la cual permite la comparación y valoración de las prestaciones de este inmueble en materia energética.

Certificaremos el edificio con dos softwares totalmente diferentes con el fin de encontrar todas las diferencias existentes entre ambos a la hora de caracterizar el edificio y a la vista de los resultados obtenidos.

Siendo ambos programas permitidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, se pretende encontrar las limitaciones y ventajas que cada uno tiene.

Puesto que el inmueble fue construido en 1976, es de esperar, que el resultado de la certificación no sea demasiado alto, ya que la normativa de construcción es mucho más estricta en la actualidad que en el año en el que se realizó.

3.2.1 CERTIFICACION HULC

Queda reflejado, que este software es perfectamente válido para obtener la certificación de un edificio en fase de proyecto o ya terminado, para viviendas unifamiliares, viviendas en bloque, o edificio terciarios pequeños o medianos y para gran edificio terciario. Por estas razones podemos certificar la vivienda objeto del trabajo

3.2.1.1 Datos generales

En primer lugar, se deben introducir los datos generales del inmueble y del certificador que la va a realizar.

Los datos de partida que se requieren son la ubicación del edificio y las características del clima como podemos observar en la imagen siguiente.

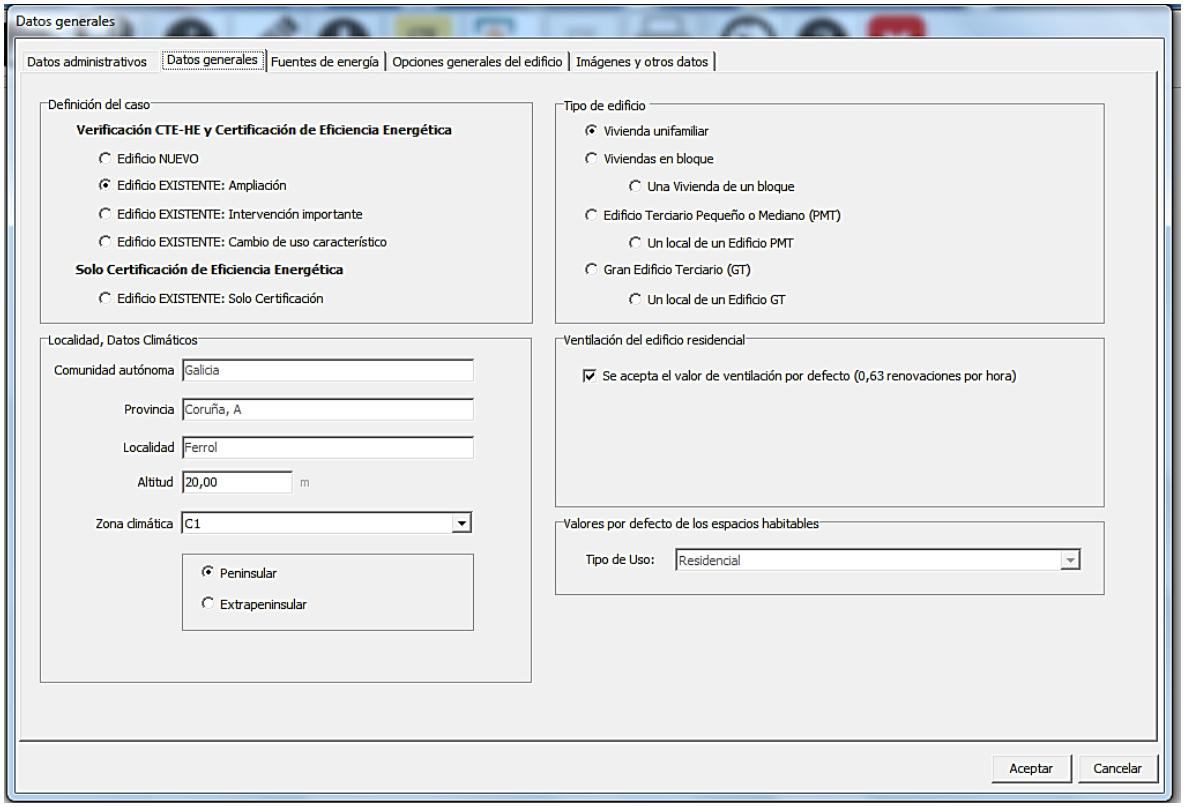


Imagen 3.2.1.1.1 datos generales

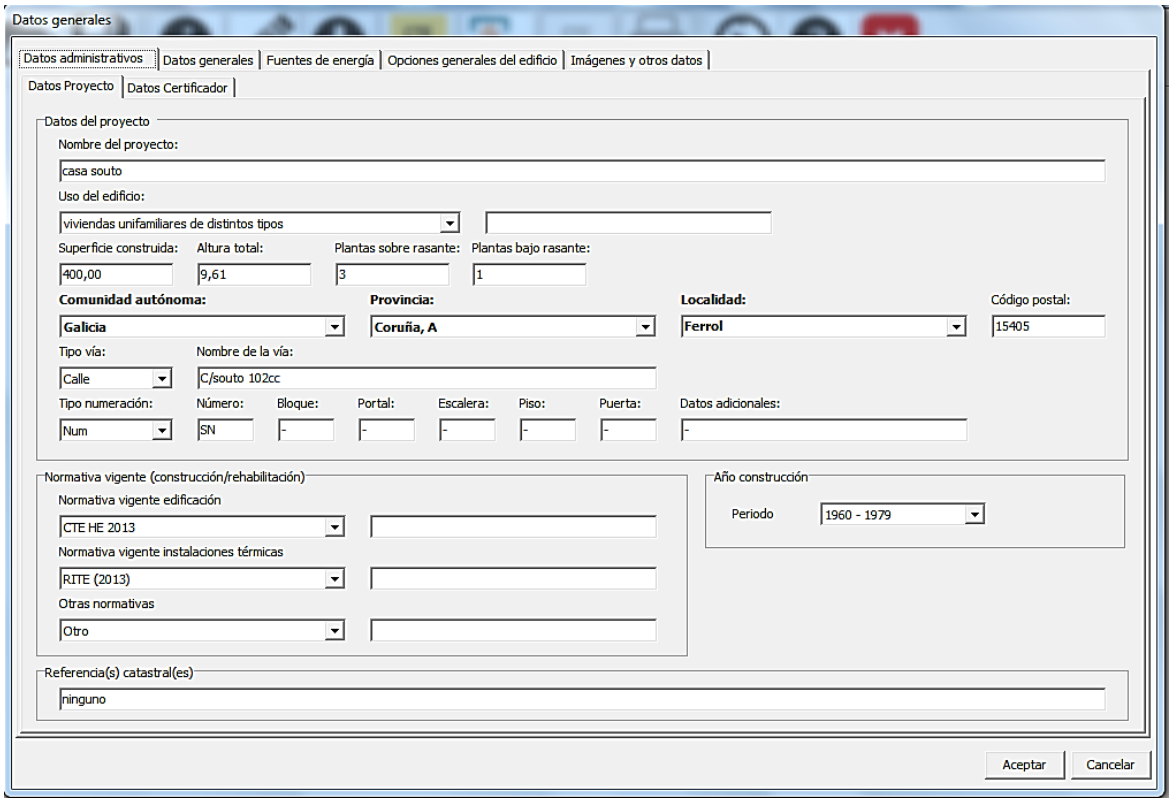


Imagen 3.2.1.1.2 datos administrativos

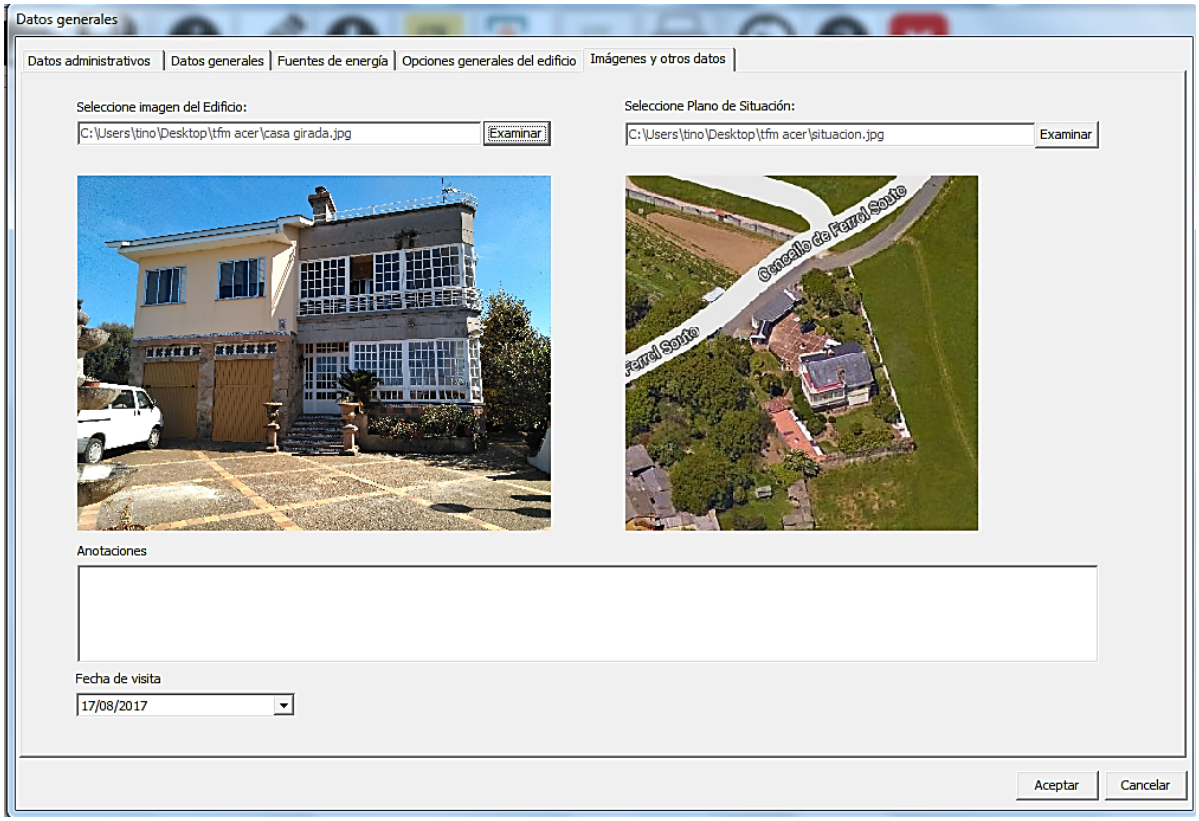


Imagen 3.2.1.1.3 imágenes y otros datos

3.2.1.2 Materiales de la envolvente externa y particiones.

El siguiente paso es introducir en el programa la composición de todos los cerramientos y particiones relevantes para la certificación.

Las siguientes imágenes muestran los cerramientos y particiones introducidos en HULC. Se pueden observar las diferentes capas con sus correspondientes espesores, así como sus características principales (conductividad, densidad, Cp, resistencia térmica).

En la parte inferior derecha se muestra la transmitancia térmica global del cerramiento, designada por “U”, en unidades del Sistema Internacional, $W/(m^2*K)$.

El valor de la Transmitancia Térmica “U”, es la medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un sistema constructivo, formado por una o varias capas de material, de caras planas o paralelas cuando hay un gradiente térmico entre los ambientes en contacto con ambas partes de 1K.

- **Cerramiento exterior**

Nombre Cerramiento_exterior

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
2	Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm <	0,090	0,212	630	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,020	0,046	30	1000	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
5	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,445	1000	1000	
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
7						

Grupo Material Morteros

Material Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 12!

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,74 W/(m²K)

Imagen 3.2.1.2.1 cerramientos exteriores

- **Forjado interior horizontal**

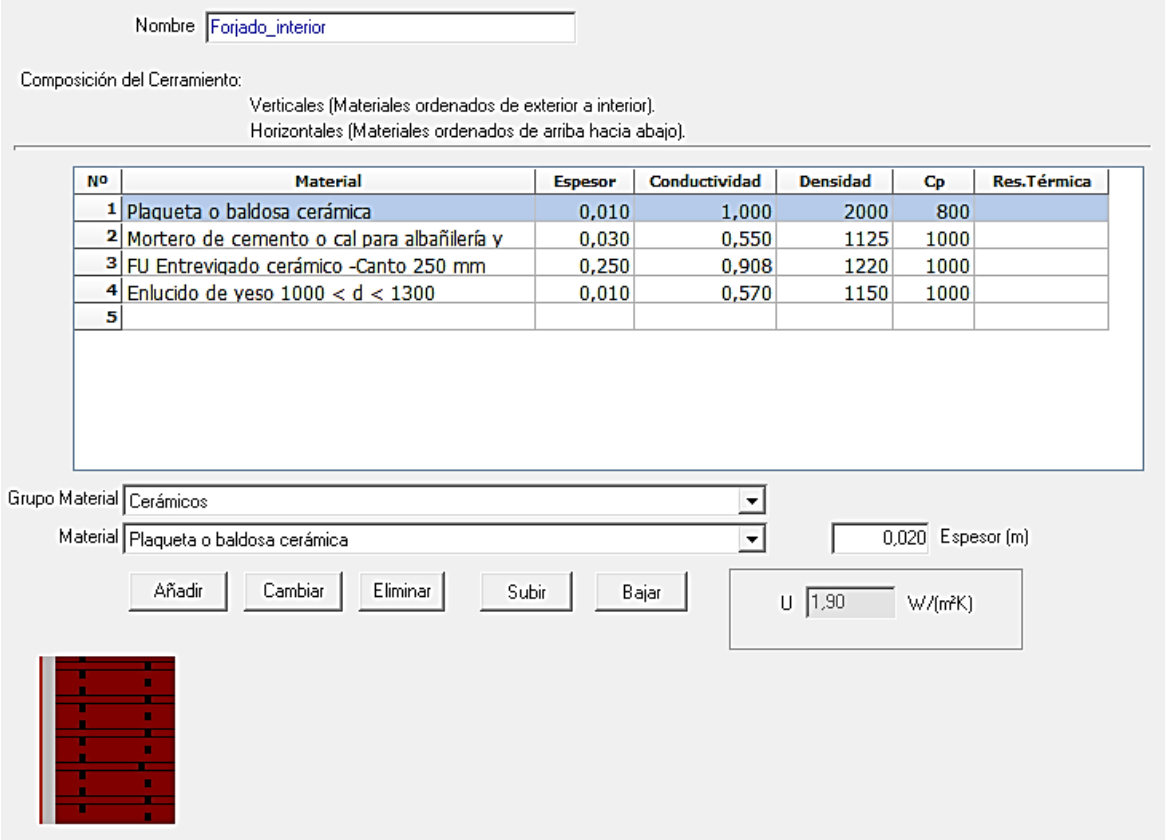


Imagen 3.2.1.2.2 forjado interior horizontal

- **Forjado bajo cubierta**

Nombre Forjado_bajo_cubierta

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,030	0,031	40	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,040	0,550	1125	1000	
3	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
5						

Grupo Material Aislantes
Material MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,67 W/(m²K)

Imagen 3.2.1.2.3 Forjado bajo cubierta

- **Muro sótano**

Nombre Muro sotano

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,300	2,300	2400	1000	
2	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030	0,029	30	1000	
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
4						

Grupo Material Hormigones
Material Hormigón armado 2300 < d < 2500 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,71 W/(m²K)

Aceptar

Imagen 3.2.1.2.4 Muro sótano

- **Partición interior vertical**

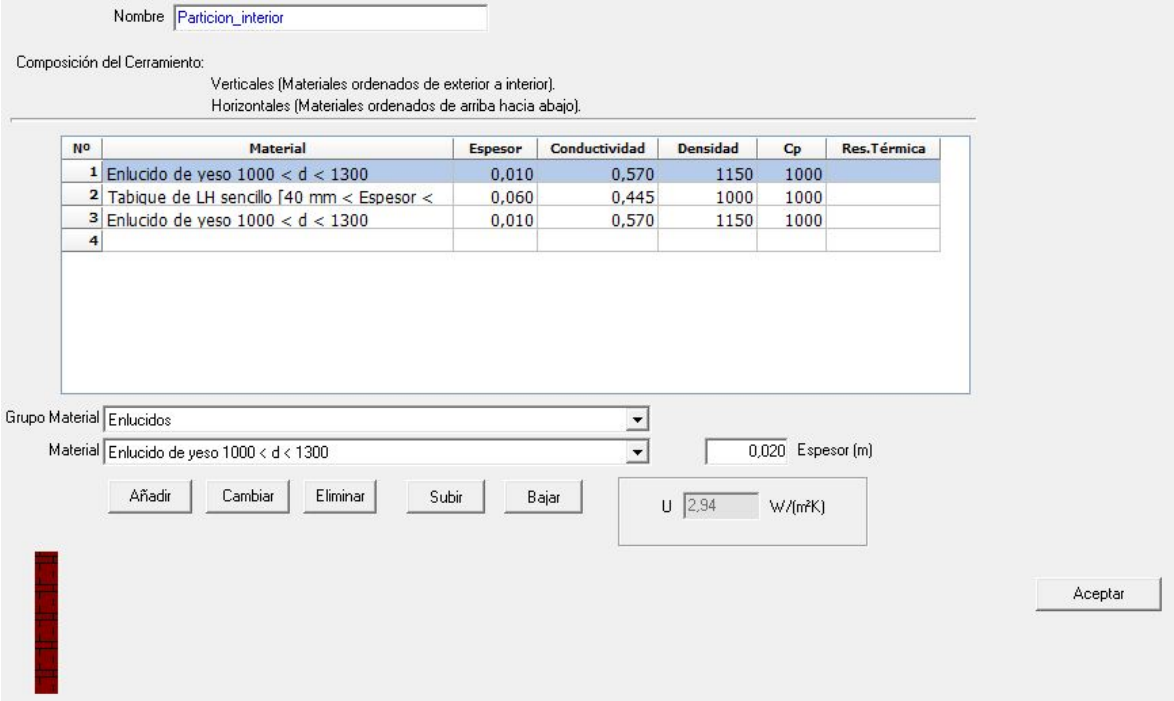


Imagen 3.2.1.2.5 Partición interior vertical

- **Solera**

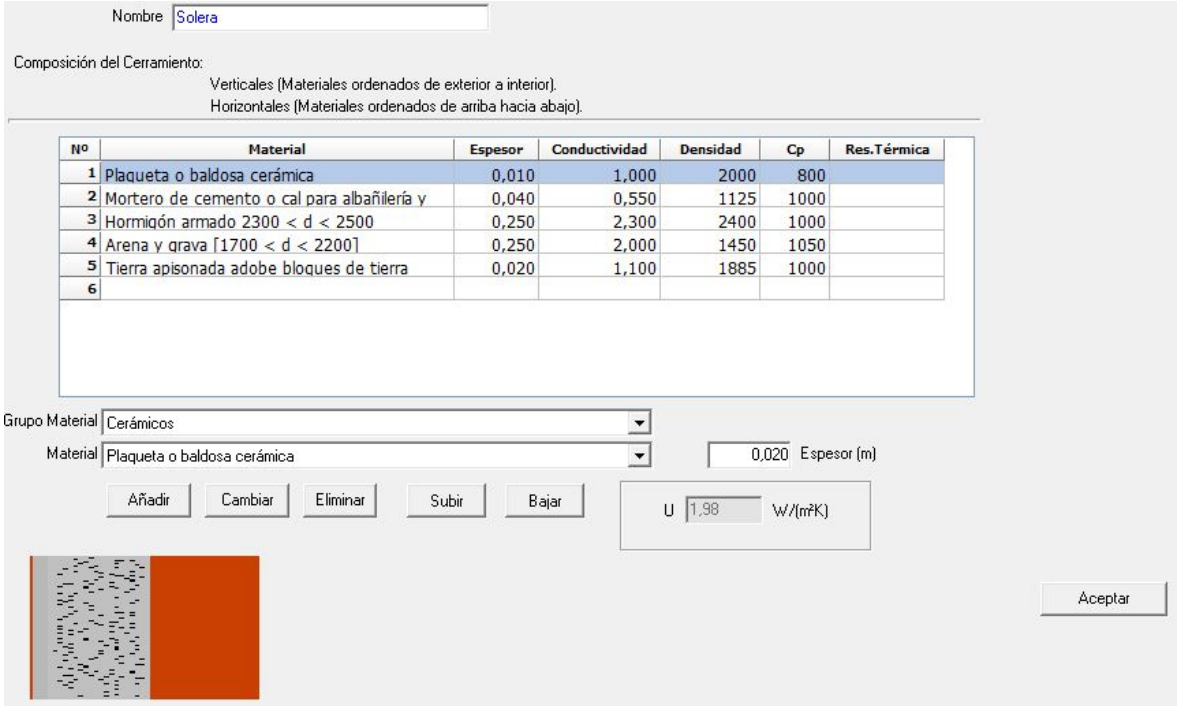


Imagen 3.2.1.2.6 Solera

- **Tejado**

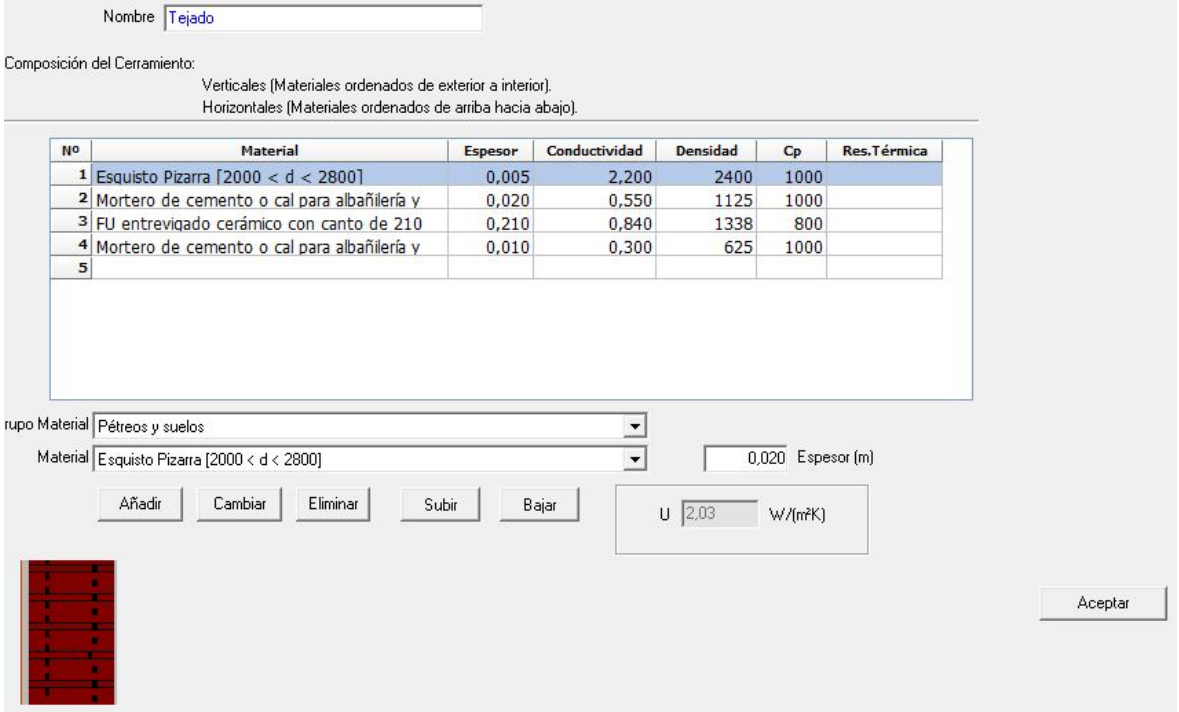


Imagen 3.2.1.2.7 Tejado

3.2.1.3 Materiales de los huecos (ventanas, puertas).

- **Ventanas**

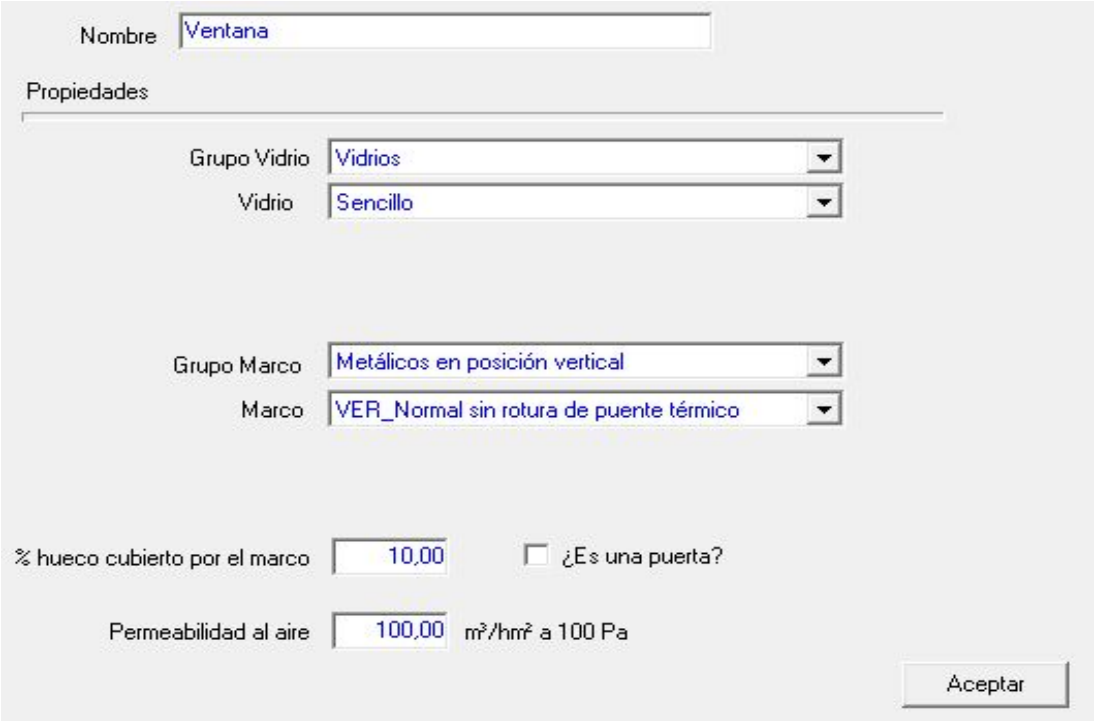


Imagen 3.2.1.3.1 Ventana

- **Puertas**

Imagen 3.2.1.3.2 Puerta

3.2.1.4 Cerramientos predeterminados.

- **Cerramientos y particiones interiores predeterminados**

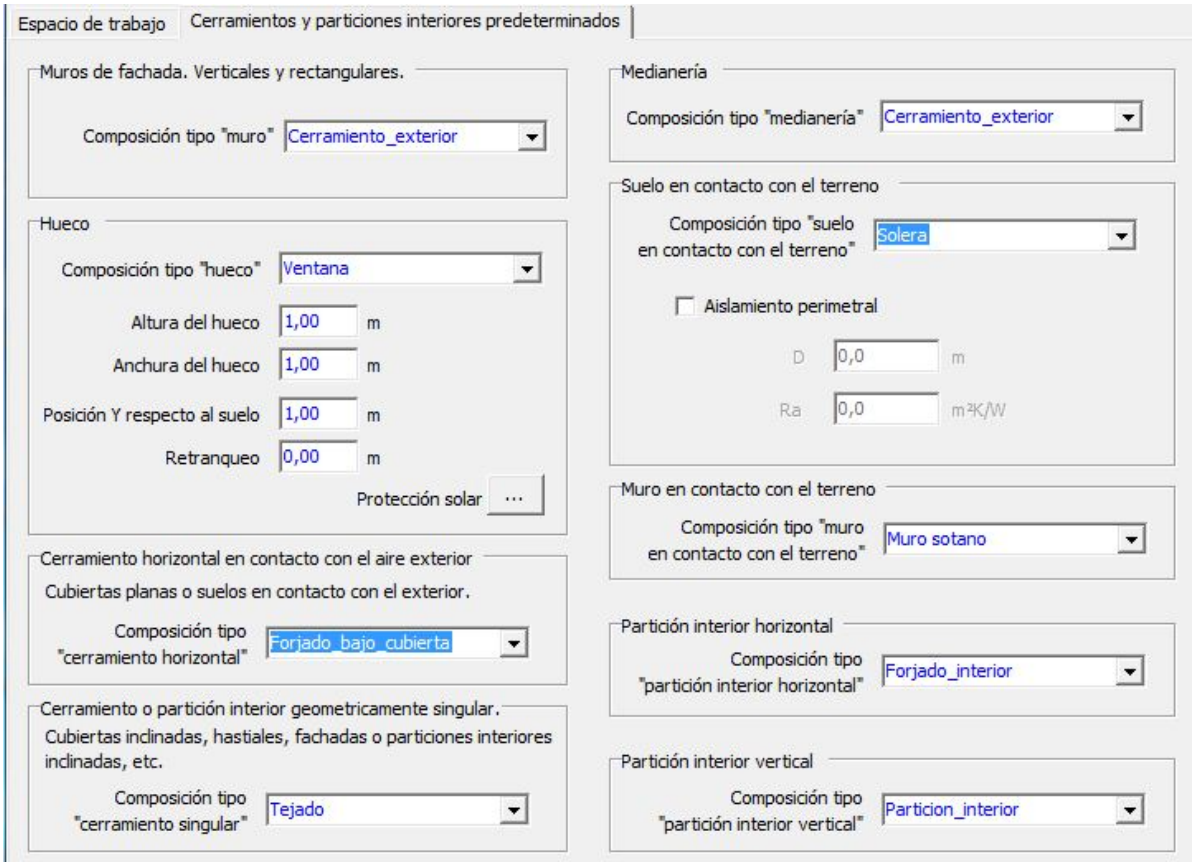


Imagen 3.2.1.4 Cerramientos y particiones interiores predeterminadas

3.2.1.5 Geometría del edificio.

El paso siguiente es “dibujar” la geometría del edificio planta a planta, teniendo en cuenta en cada una de ellas sus características propias.

Antes de crear las plantas, se deben cambiar los (Cerramientos y particiones interiores predeterminadas) mencionados en el apartado anterior, eligiendo en estas los cerramientos y huecos más habituales, para solo tener que modificar los que sean menos comunes.

Se deben introducir son los siguientes datos:

Imagen 3.2.1.5.1 propiedades de la planta

Nombre: el programa nombra las plantas en orden de creación P01, P02, P03…

Planta anterior: indicaremos al programa cual es la planta anterior a esta.

Multiplicador: si tenemos varias plantas iguales podemos crearlas directamente.

Altura de los espacios (m): introduciremos la altura de la planta.

Cota (m): se refiere a la distancia de la planta al terreno.

Igual a planta: si queremos que nos haga el mismo contorno automáticamente que el de otra planta.

Aceptar Espacio anteriores: cuando queramos que nos dibuje los mismos espacios que la planta anterior.

Crear espacio igual a la planta: cuando sólo tenemos un espacio que coincide con la superficie de la plata.

Una vez creada la planta, se debe dibujar su contorno. Se tienen tres opciones, importar los planos como archivo DXF e ir dando los puntos sobre los vértices, dibujarlos dando las coordenadas de los vértices o utilizar programas de

ayuda para crear estos puntos, a partir de programas como DXFaCTE. En este caso se ha elegido la última opción para crear las plantas.

Cuando se tiene el contorno listo se debe dibujar sobre este, el contorno de los diferentes espacios de la misma forma que se realizó el de la planta. Los espacios se clasifican en dos tipos:

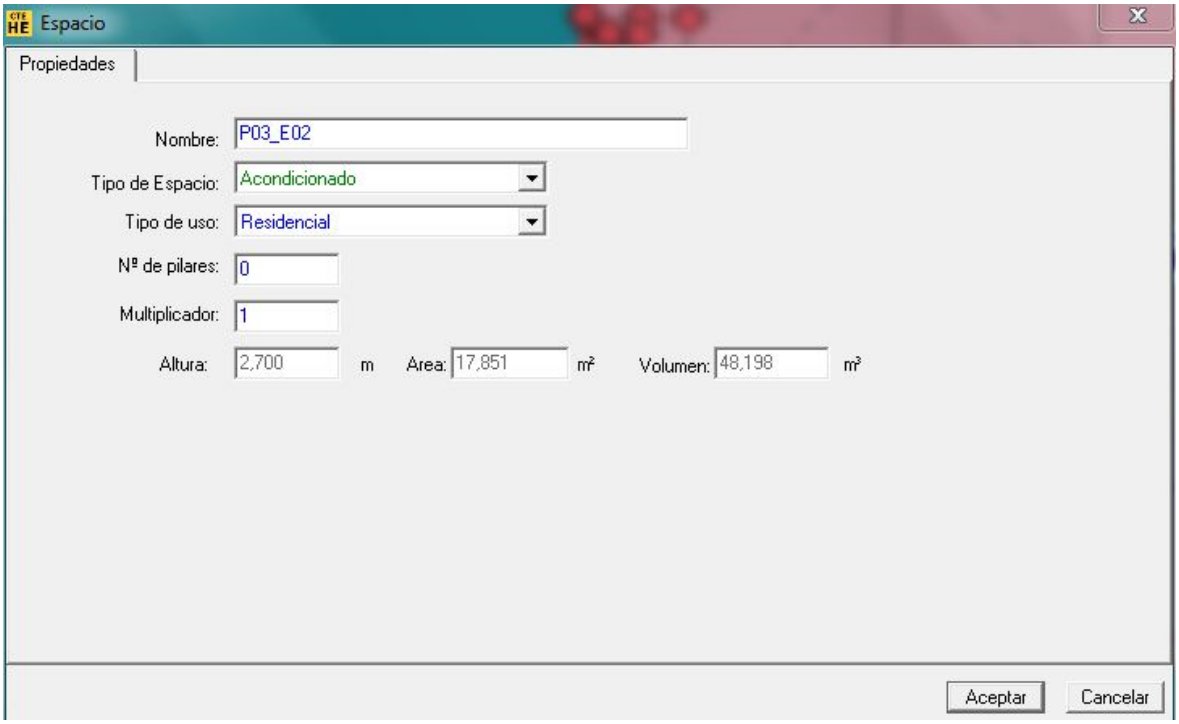


Imagen 3.2.1.5.2 Espacio

<u>*Acondicionado*</u>: sala de estar, comedor, habitaciones.

<u>*No habitable*</u>: No tiene demanda garaje despensa etc.

En caso particular, se debe crear la planta y contorno, y antes de realizar ningún tipo de espacio, se debe realizar con "*líneas auxiliares 2D*" el contorno de espacios como se ha realizado el bajo cubierta en este trabajo. Con esta operación se logra crear los muros y posteriormente la cubierta.

Al finalizar los espacios deberemos crear el forjado y levantar muros, puesto que en "Opciones-Construcción" se han elegido los materiales más habituales.

Por último, se situarán las ventanas en cada uno de los muros, teniendo en cuenta sus dimensiones de altura y anchura, así como la separación de estas al suelo y a la arista de la fachada. Si no son las ventanas tipo que se han

introducido, se deben cambiar a continuación al tipo de ventana que le corresponda. Deberemos cambiar solo aquellos que no coincidan con estos.

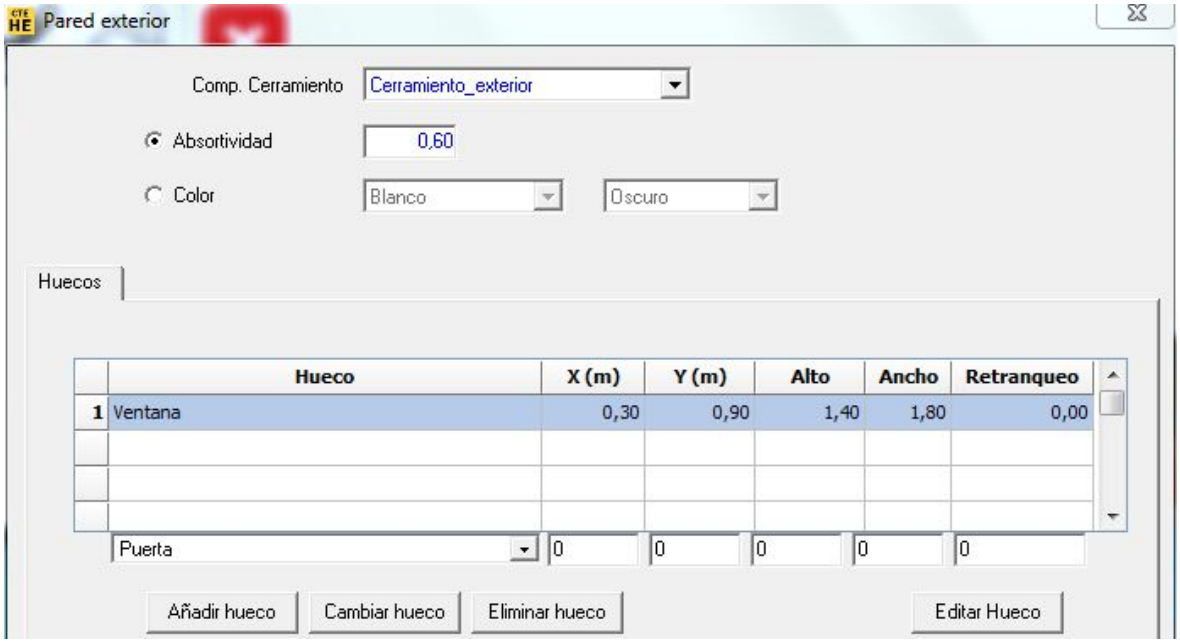


Imagen 3.2.1.5.3 Colocación ventana

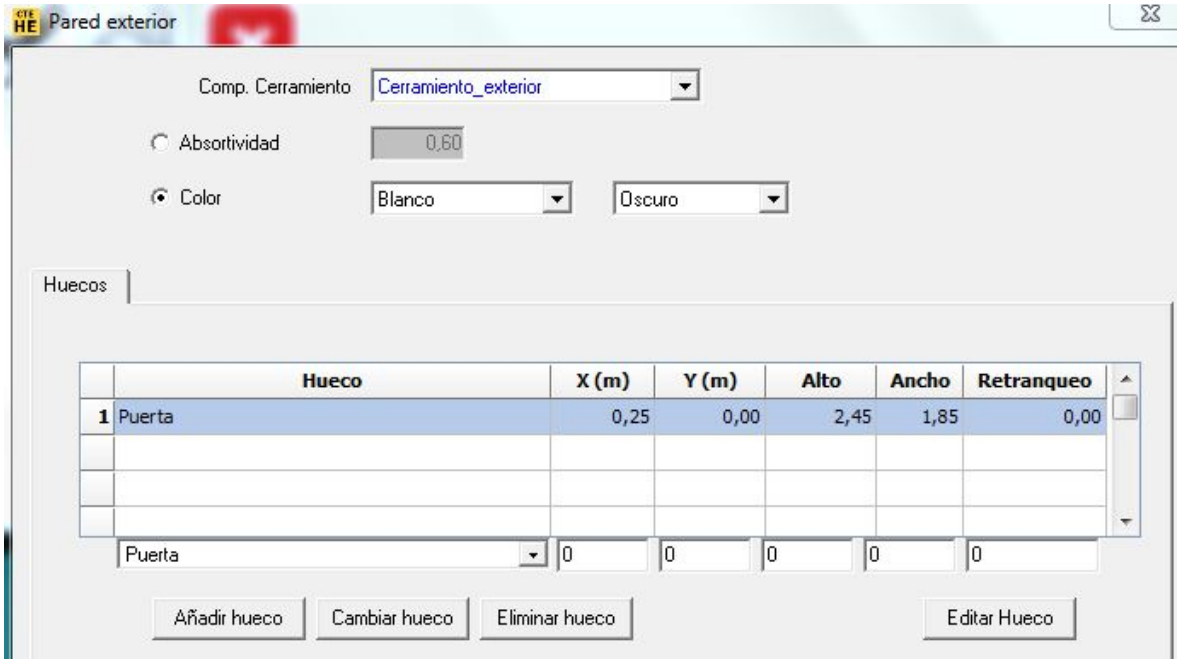


Imagen 3.2.1.5.4 Colocación puerta

- **SÓTANO BODEGA:**

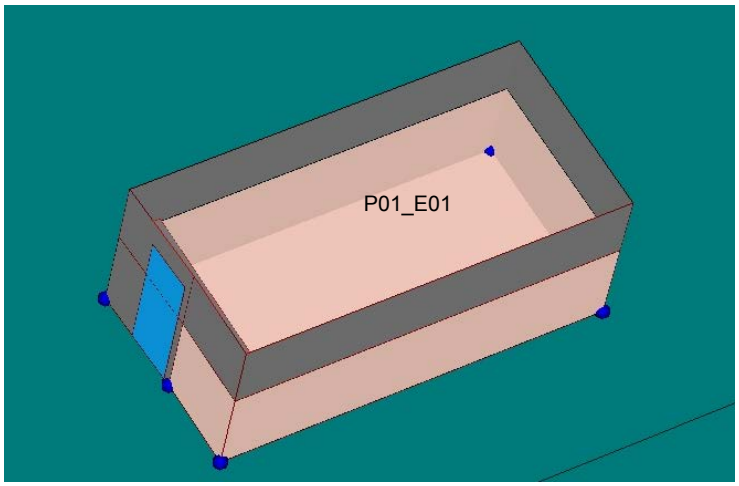


Imagen3.2.1.5.5. Sótano bodega

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P01_E01	BODEGA	13,8

Tabla 3.2.1.5.1 datos bodega

- **GARAJE:**

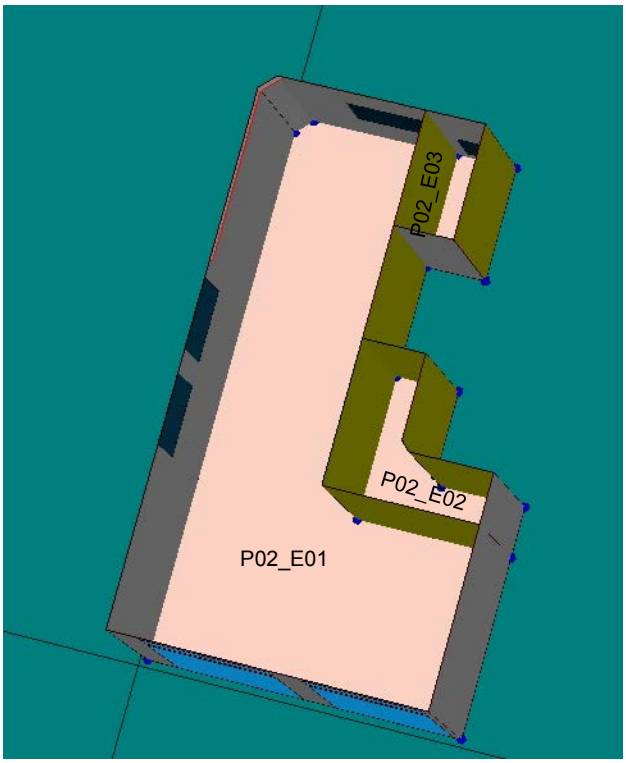


Imagen3.2.1.5.6. Garaje

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P02_E01	GARAGE	42,7
P02_E02	ESCALERA	5
P02_E03	INSTALACIONES	2,5

Tabla 3.2.1.5.2 Datos garaje

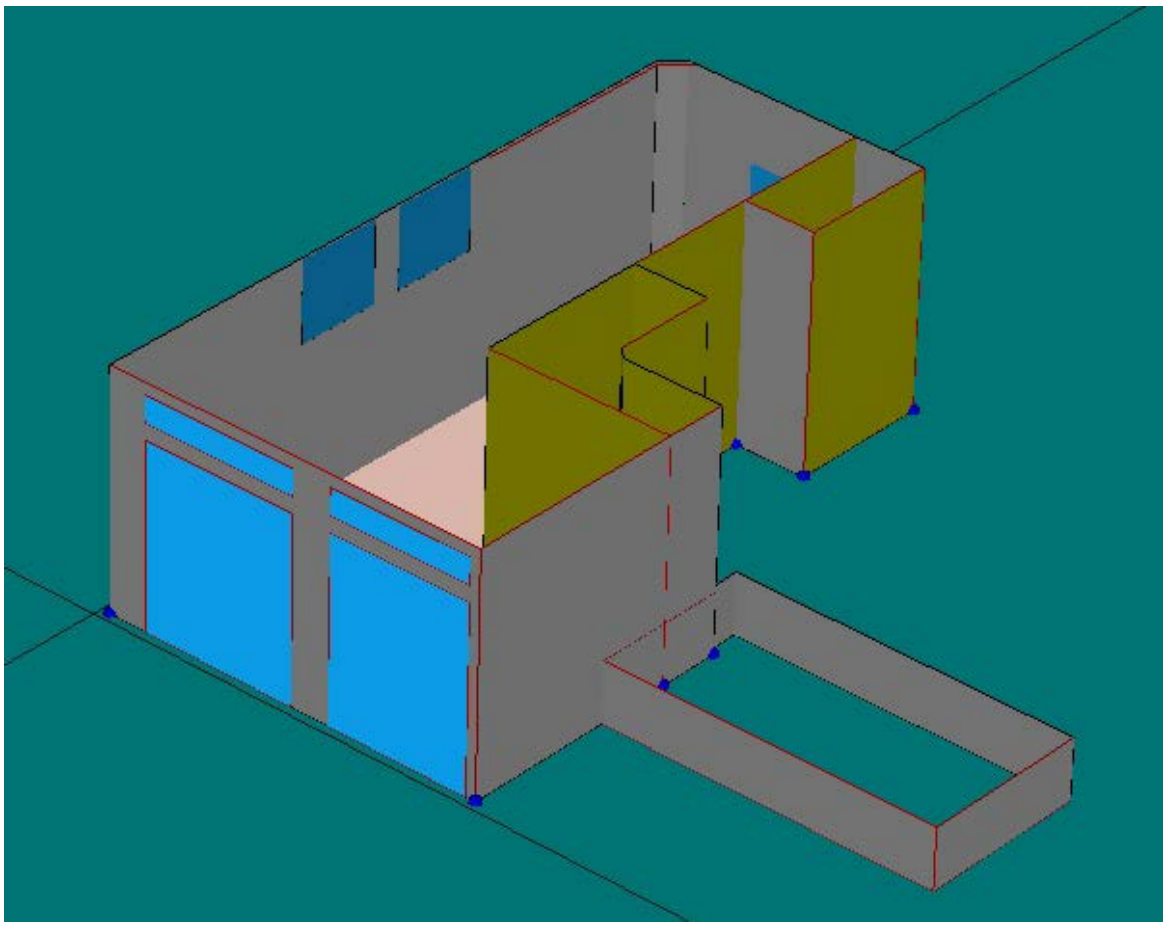


Imagen3.2.1.5.7. P01, P02

- **PLANTA BAJA:**

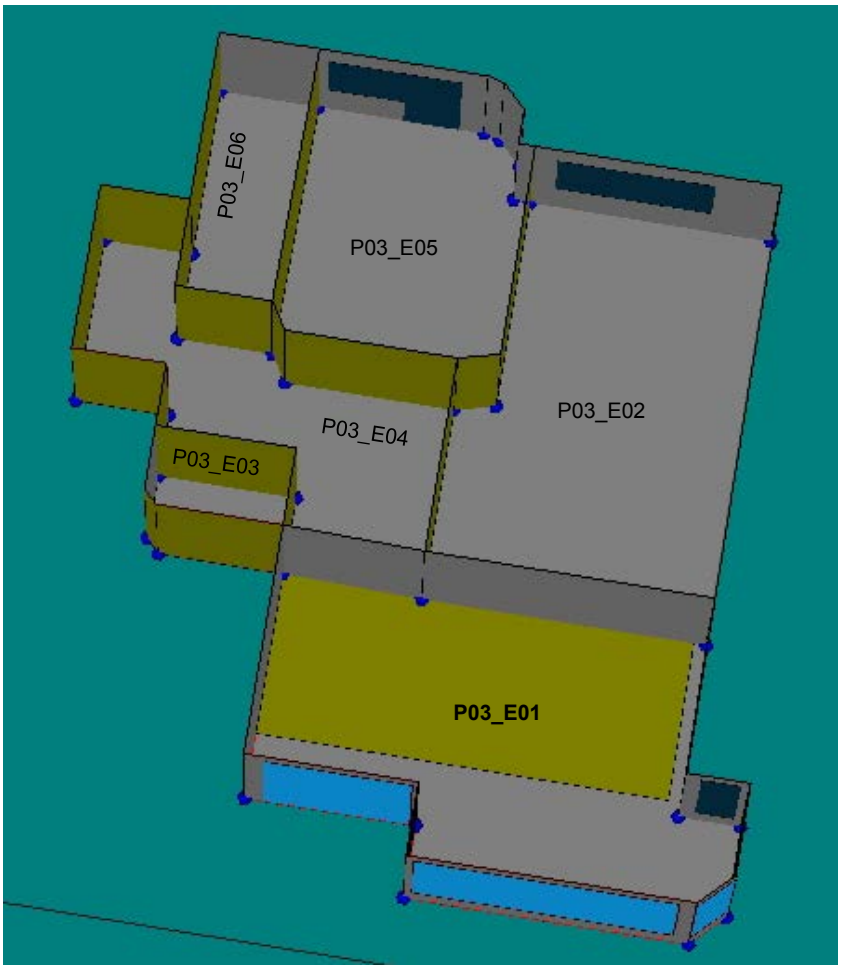


Imagen3.2.1.5.8. Planta baja

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P03_E01	HALL	19,7
P03_E02	COMEDOR	17,9
P03_E03	BAÑO	1,7
P03_E04	DISTRIBUIDOR	9,8
P03_E05	COCINA	10,2
P03_E06	ESCALERA	4,1

Tabla 3.2.1.5.3. datos planta baja

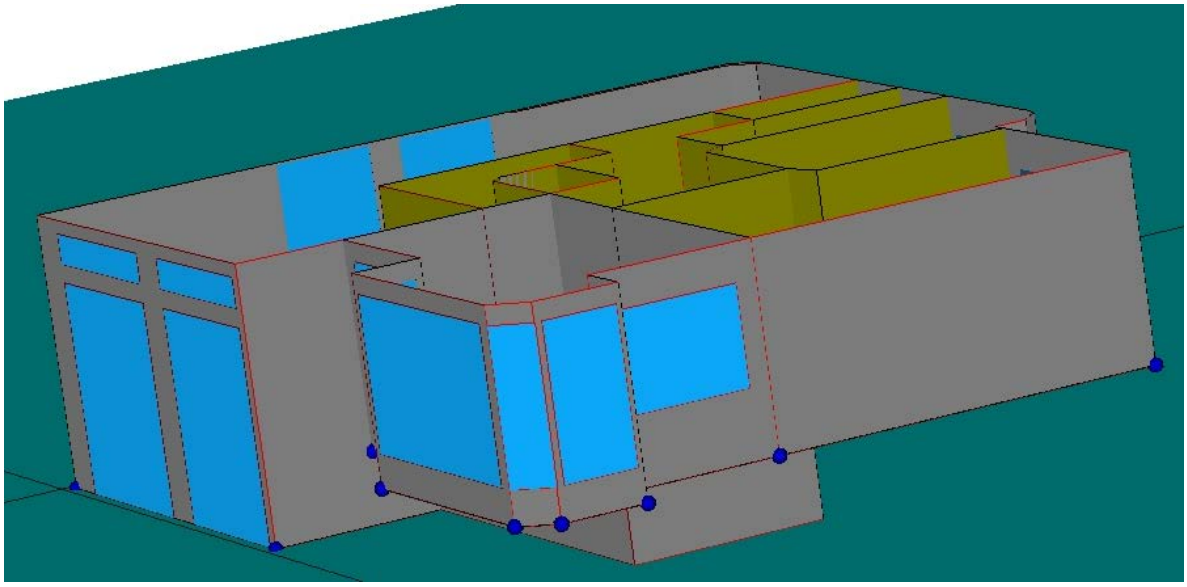


Imagen3.2.1.5.9. P01, P02, P03

- **PRIMERA PLANTA:**

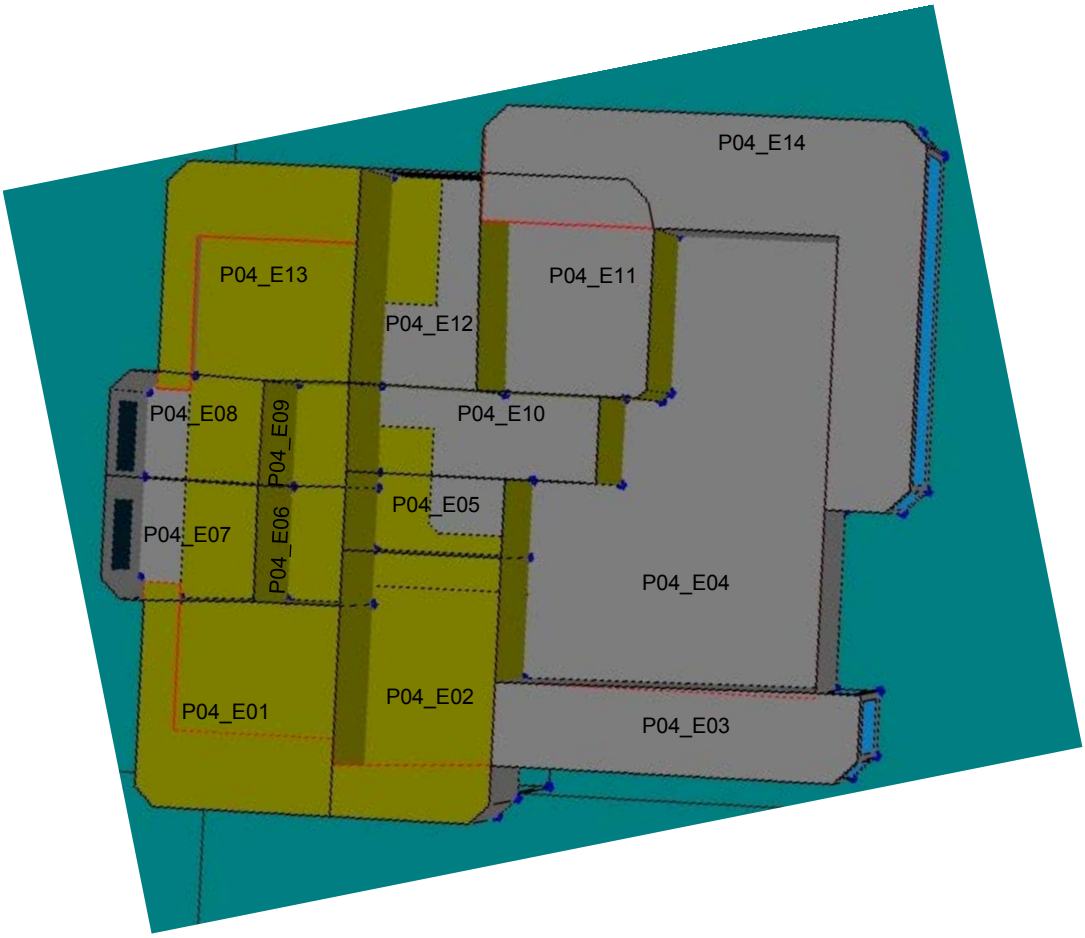


Imagen3.2.1.5.10. Primera planta

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P04_E01	HABITACION	11,8
P04_E02	HABITACION	12
P04_E03	GALERIA	8,9
P04_E04	SALON COMEDOR	32,5
P04_E05	PASILLO	3,5
P04_E06	PASILLO	2,9
P04_E07	BAÑO	5,2
P04_E08	BAÑO	4,6
P04_E09	PASILLO	2,6
P04_E10	PASILLO	6,2
P04_E11	COCINA	10,4
P04_E12	ESCALERA	7,6
P04_E13	HABITACION	11,8
P04_E14	GALERIA	18,4

Tabla 3.2.1.5.4 Datos primera planta

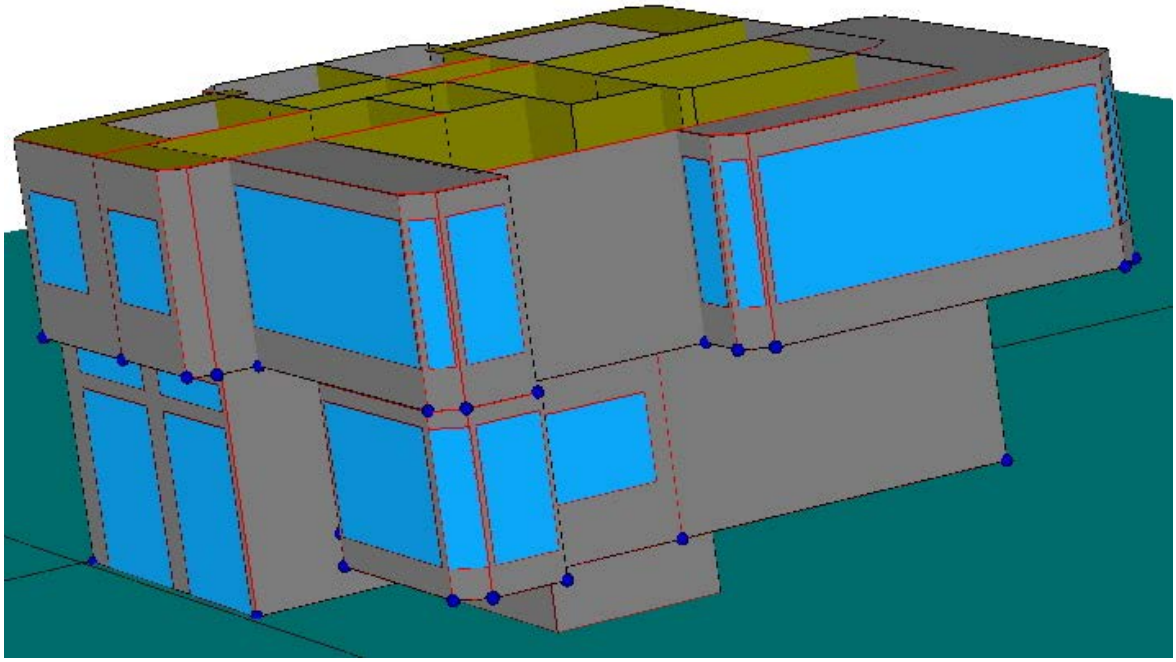


Imagen3.2.1.5.11. P01, P02, P03, P04

- **BAJO CUBIERTA:**

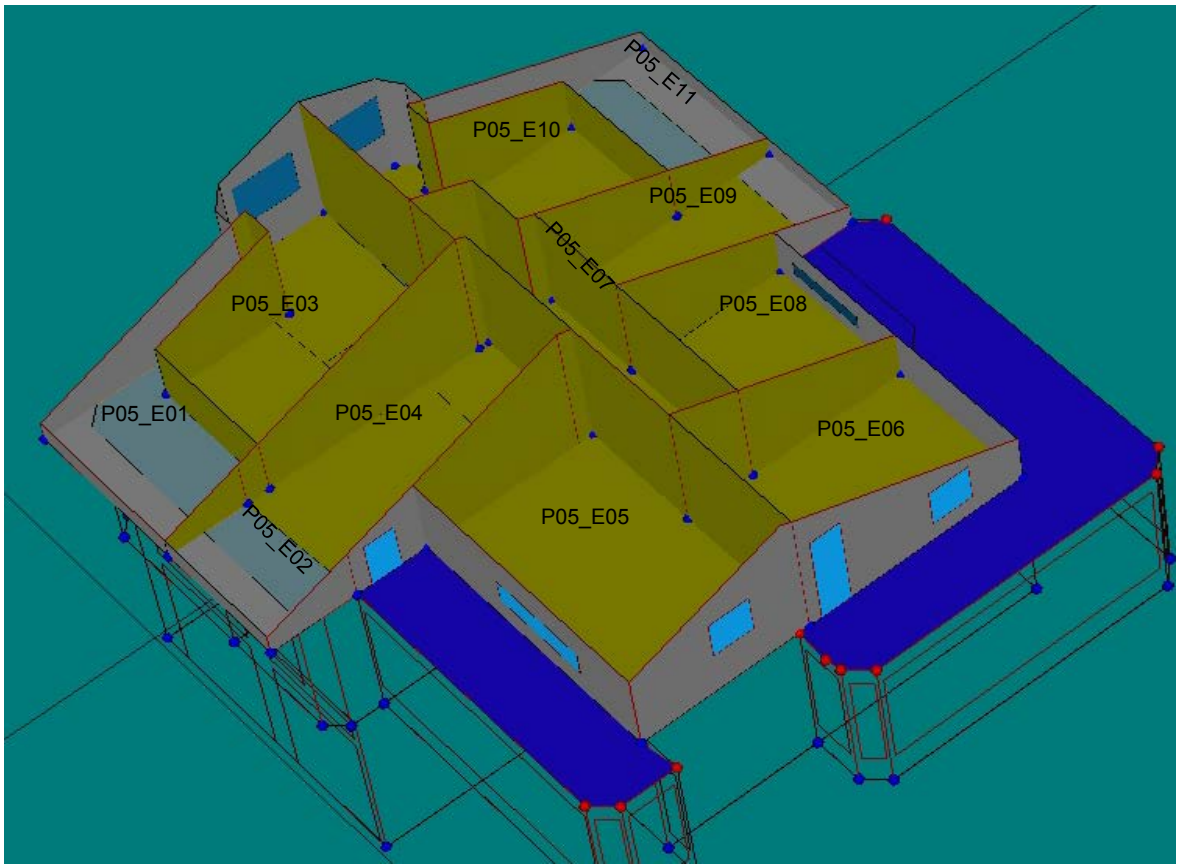


Imagen3.2.1.5.12. Bajo cubierta

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P05_E01	NO HABITABLE	8,2
P05_E02	NO HABITABLE	4,4
P05_E03	HABITACION	14,2
P05_E04	COCINA	13
P05_E05	SALON	18
P05_E06	HABITACION	12,9
P05_E07	PASILLO	8
P05_E08	BAÑO	9,2
P05_E09	ESCALERA	9,5
P05_E10	HABITACION	12
P05_E11	NO HABITABLE	14,2

Tabla 3.2.1.5.5 Datos bajo cubierta

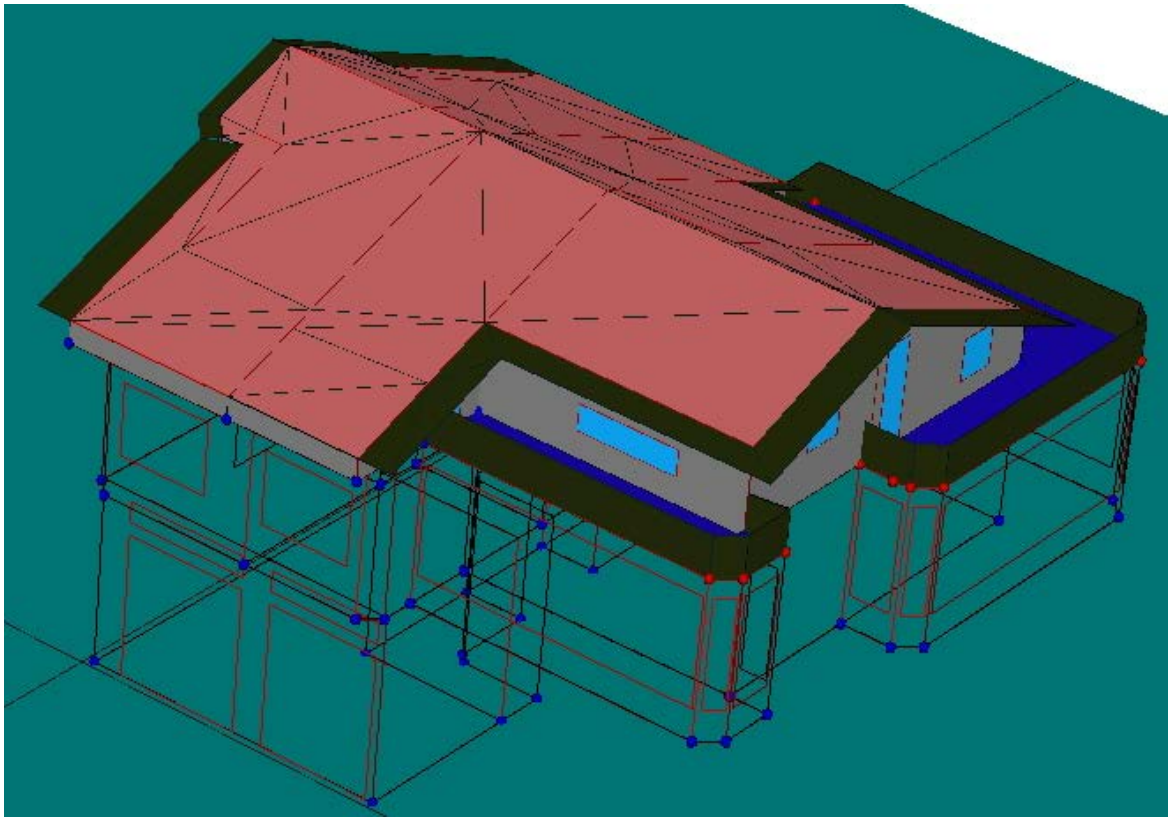


Imagen3.2.1.5.13. Tejado y terrazas

En la Imagen3.2.1.5.14 se muestran las líneas auxiliares para la creación de los espacios de la parte del edificio bajo cubierta, así como los elementos de sombra muros terraza y aleros del edificio

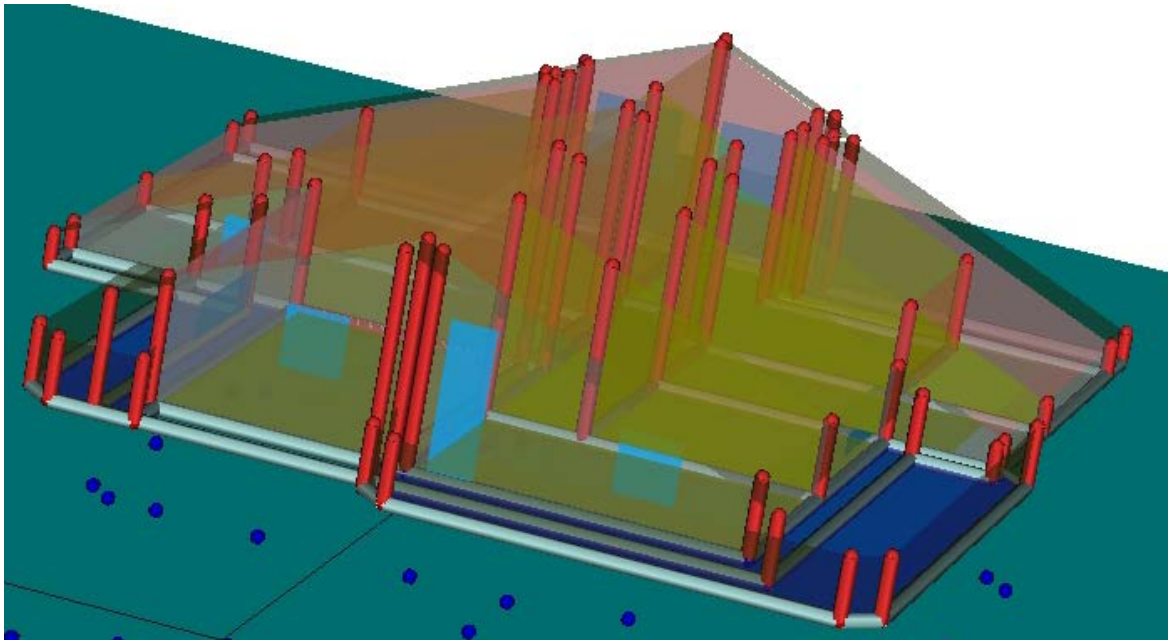


Imagen3.2.1.5.14. Líneas auxiliares

Las alturas de las plantas son las siguientes:

planta	P01	P02	P03	P04	P05
Altura(m)	2,15	3,63	2,7	3,07	1,5 (valor medio)

Tabla 3.2.1.5.6 Altura plantas

3.2.1.6 Cumplimiento HE1.

Según el código técnico de la edificación en el apartado 1 del HE1.

Dice esta Sección es de aplicación en:

b) intervenciones en edificios existentes:

• Reforma: cualquier trabajo u obra en un edificio existente distinto del que se lleve a cabo para el exclusivo mantenimiento del edificio;

Por lo que al realizar las obras de reforma en la envolvente del edificio, así como en sus instalaciones debemos cumplir lo establecido en el CTE

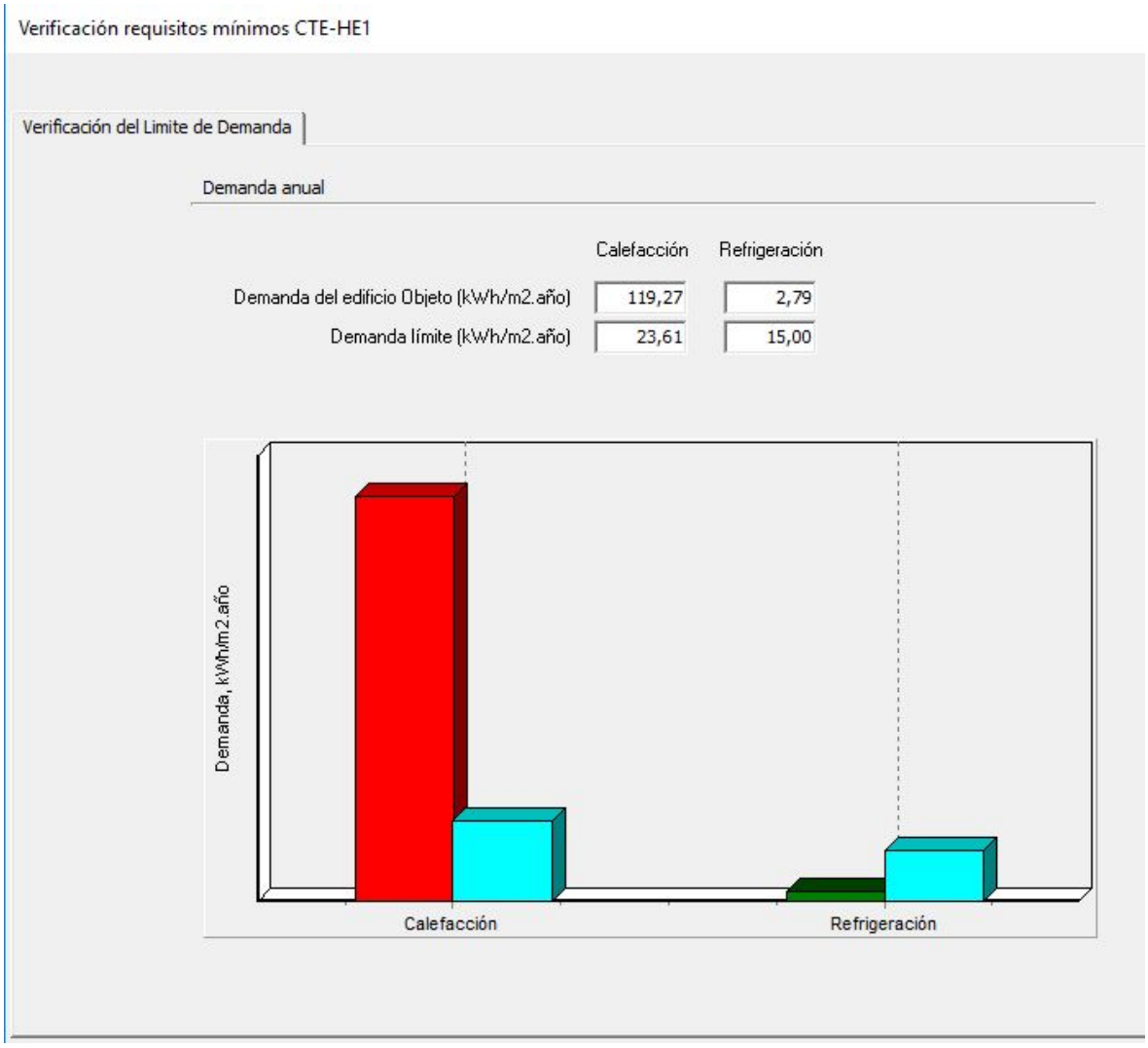


Imagen3.2.1.6.1. verificación HE1 mediante HULC

Como se puede observar en la imagen 3.2.1.6.1 no se cumple lo establecido en el DB-HE1 esto se debe al poco aislamiento de la envolvente

3.2.1.7. Sistemas energéticos instalados en el edificio.

El edificio cuenta con un sistema mixto de calefacción y agua caliente sanitaria. Formado por una caldera roca T 50 modelo que aparece en la imagen 3.2.1.7.1, así como sus características técnicas que figuran en la imagen 3.2.1.7.2. Además, cuenta con un acumulador de la marca ACV que aparece en la imagen 3.2.1.7.3, así como sus características técnicas que figuran en la imagen 3.2.1.7.4.

Imagen3.2.1.7.1. Caldera roca mod. T50

Imagen3.2.1.7.2. Características técnicas caldera

- Conversión de Kcal/h a Kw

26.5 Kcal/h ➡ 30.8 Kw

Imagen3.2.1.7.3. Acumulador ACS

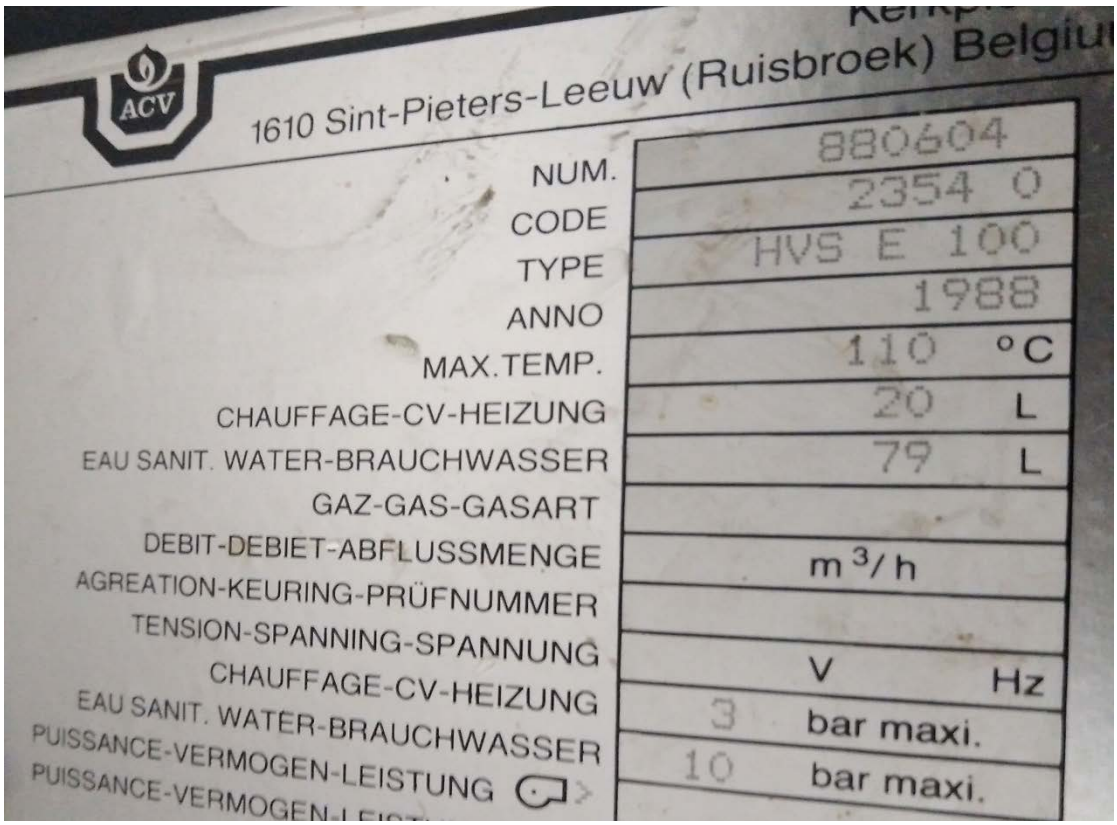


Imagen3.2.1.7.4. Características técnicas acumulador

- Se procede a añadir esta información al HULC

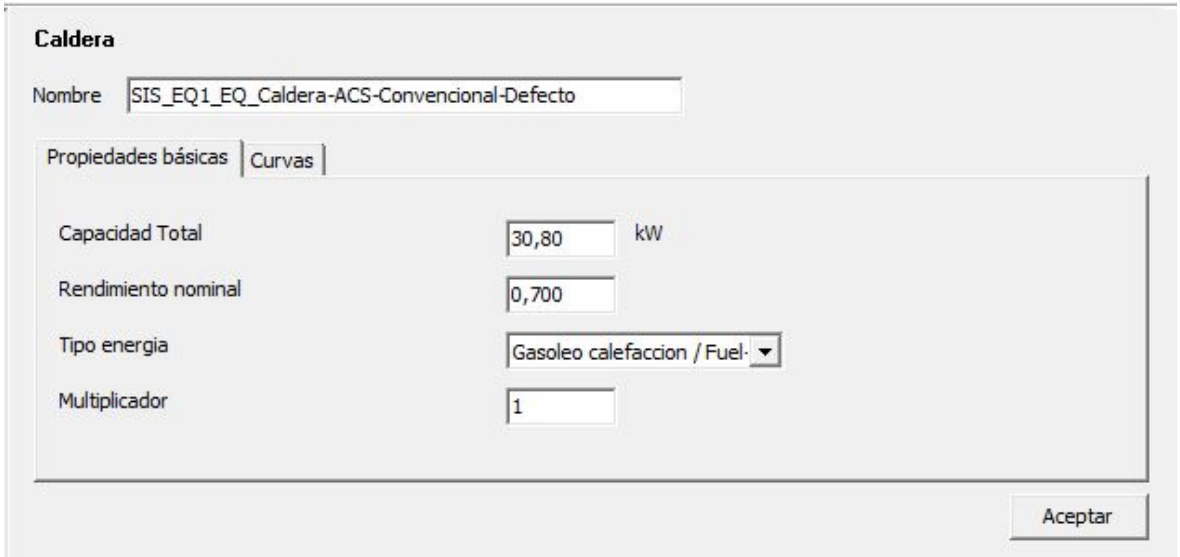


Imagen3.2.1.7.5. Caldera

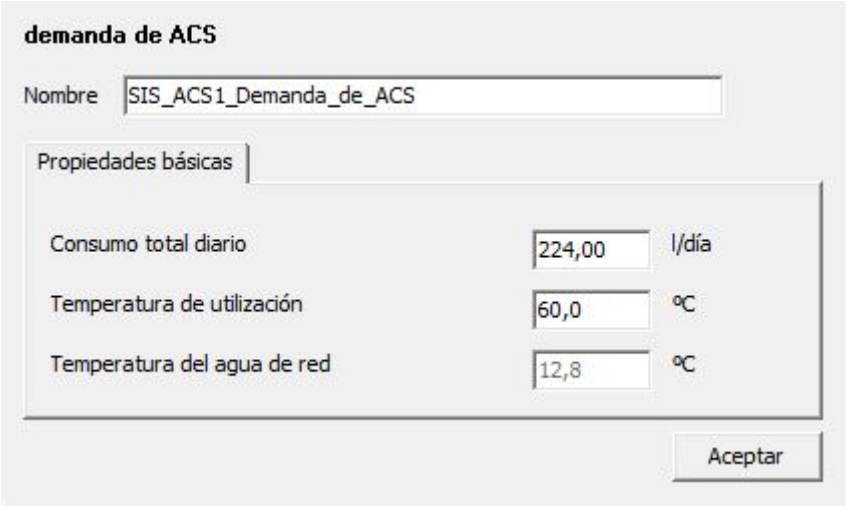


Imagen3.2.1.7.6. Demanda ACS

Para el cálculo de los litros/día nos basamos en el CTE DB-HE4 que establece un consumo de 28 l/día por persona por lo tanto considerando 8 personas tendremos un consumo diario de 224 l/día

A continuación, se añaden las unidades terminales en este caso radiadores de hierro fundido de la marca roca a los que se les asignara el espacio donde se encuentran ubicados

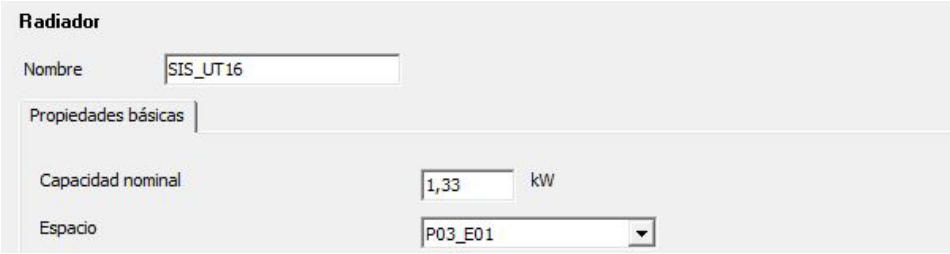


Imagen3.2.1.7.6. Asignación de la potencia calorífica del radiador según espacio.

Radiadores de hierro fundido
Datos por elemento

Modelos	Exponente "n"	Salto Térmico											
		30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
EPOCA 90	1,23	67	72	78	83	89	95	101	107	113	119	125	131
N33-4	1,25	20	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38	40
N46-4	1,26	28	30	33	35	38	40	43	46	48	51	54	57
N61-4	1,27	37	41	44	47	51	54	58	61	65	69	72	76
N80-4	1,28	51	56	60	64	69	74	78	83	88	92	97	102
N95-4	1,30	60	65	70	76	81	87	92	98	104	109	115	121
N46-2D	1,23	21	23	25	27	29	31	32	34	36	38	40	42
N61-2D	1,25	29	31	34	36	39	41	44	47	49	52	55	58
N80-2D	1,26	37	40	43	46	49	53	56	59	63	66	70	73
46-3D	1,29	30	32	35	37	40	43	46	48	51	54	57	60
61-3D	1,25	40	43	46	50	53	57	60	64	67	71	75	79
80-3D	1,23	49	53	58	62	66	70	75	79	83	88	93	97
95-3D	1,28	58	62	68	73	78	83	88	94	99	105	111	116
N80-4D	1,27	60	65	70	75	81	86	92	97	103	108	114	120
N95-4D	1,31	70	76	83	89	95	102	109	116	123	130	137	144

Imagen3.2.1.7.7. Datos por elemento según tipo de radiador y salto termico.

Los modelos existentes en la vivienda son el N46-2D, N61-2D y el 46-3D

A continuación, se añade una tabla con su posición en cada espacio y su potencia considerando un salto térmico de 50ºC

espacios	tipo local	superficie (m^2)	elementos	modelo	consumo actual calefacción (W)	W/m2
P01_E01	BODEGA	13,8	0		0	0
P02_E01	GARAGE	42,7	0		0	0
P02_E02	ESCALERA	5	0		0	0
P02_E03	INSTALACIONES	2,5	0		0	0
P03_E01	HALL	19,7	20	DUBA 46-3D	1325	67,2588832
P03_E02	COMEDOR	17,9	40	N61-2D	2556,8	142,837989
P03_E03	BAÑO	1,7	0		0	0
P03_E04	DISTRIBUIDOR	9,8	20	N61-2D	1278,4	130,44898
P03_E05	COCINA	10,2	10	N61-2D	639,2	62,6666667
P03_E06	ESCALERA	4,1	0		0	0
P04_E01	HABITACION	11,8	14	N61-2D	894,88	75,8372881
P04_E02	HABITACION	12	14	N61-2D	894,88	74,5733333

P04_E03	GALERIA	8,9	0		0	0
P04_E04	SALON COMEDOR	32,5	24 - 40	N61-2D N46-4	3393,28	104,408615
P04_E05	PASILLO	3,5	0		0	0
P04_E06	PASILLO	2,9	0		0	0
P04_E07	BAÑO	5,2	6	N61-2D	383,52	73,7538462
P04_E08	BAÑO	4,6	7	N61-2D	447,44	97,2695652
P04_E09	PASILLO	2,6	0		0	0
P04_E10	PASILLO	6,2	12		767,04	123,716129
P04_E11	COCINA	10,4	12	N61-2D	767,04	73,7538462
P04_E12	ESCALERA	7,6	0		0	0
P04_E13	HABITACION	11,8	15	N61-2D	958,8	81,2542373
P04_E14	GALERIA	18,4	0		0	0
P05_E01	NO HABITABLE	8,2	0		0	0
P05_E02	NO HABITABLE	4,4	0		0	0
P05_E03	HABITACION	14,2	10	N61-2D	639,2	45,0140845
P05_E04	COCINA	13	0		0	0
P05_E05	SALON	18	0		0	0
P05_E06	HABITACION	12,9	0		0	0
P05_E07	PASILLO	8	12	N61-2D	767,04	95,88
P05_E08	BAÑO	9,2	6		383,52	41,6869565
P05_E09	ESCALERA	9,5	0		0	0
P05_E10	HABITACION	12	10	N61-2D	639,2	53,2666667
P05_E11	NO HABITABLE	14,2	0		0	0
TOTAL					16735,24	

Tabla 3.2.1.7.1

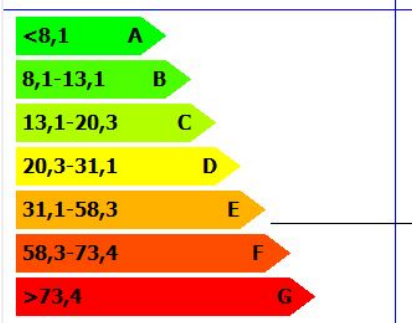
3.2.1.8. Calcular consumos y calificar y cumplimiento del HE0.

Después de meter en el Hulc todas las instalaciones y sus consumos se procede a su cálculo y calificación dando los resultados que figuran en las siguientes imágenes

Resultados de demandas, consumos y emisiones

Gráfico | Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m² año	Edificio Objeto



	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	E	119,3	33018,7
Demanda refrigeración	G	2,8	773,2
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	E	186,9	51744,5
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	G	2,7	755,4
Consumo energía primaria no renovable ACS	F	29,3	8101,3
Consumo energía primariano renovable totales	E	218,9	60601,3
	Clase	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	E	47,1	13028,8
Emisiones CO2 refrigeración	G	0,5	128,0
Emisiones CO2 ACS	F	7,7	2137,0
Emisiones CO2 totales	E	55,3	15293,8

Imagen3.2.1.8.1.grafico de demandas consumos y emisiones

Resultados de demandas, consumos y emisiones

Gráfico Resultados

	Edificio Objeto	
Demandas	kWh/m2 año	kWh/año
Calefacción	119,3	33018,7
Refrigeración	2,8	773,2

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Final	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	158,2	43795,0
Refrigeración	1,4	386,6
ACS	24,8	6871,4
Global	184,4	51052,9

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Primaria No Renovable	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	186,9	51744,5
Refrigeración	2,7	755,4
ACS	29,3	8101,3
Global	218,9	60601,3

	Edificio Objeto	
Emisiones	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Calefacción	47,1	13028,8
Refrigeración	0,5	128,0
ACS	7,7	2137,0
Global	55,3	15293,8

Imagen3.2.1.8.2. resultados de demandas consumos y emisiones

- Cumplimiento HE0

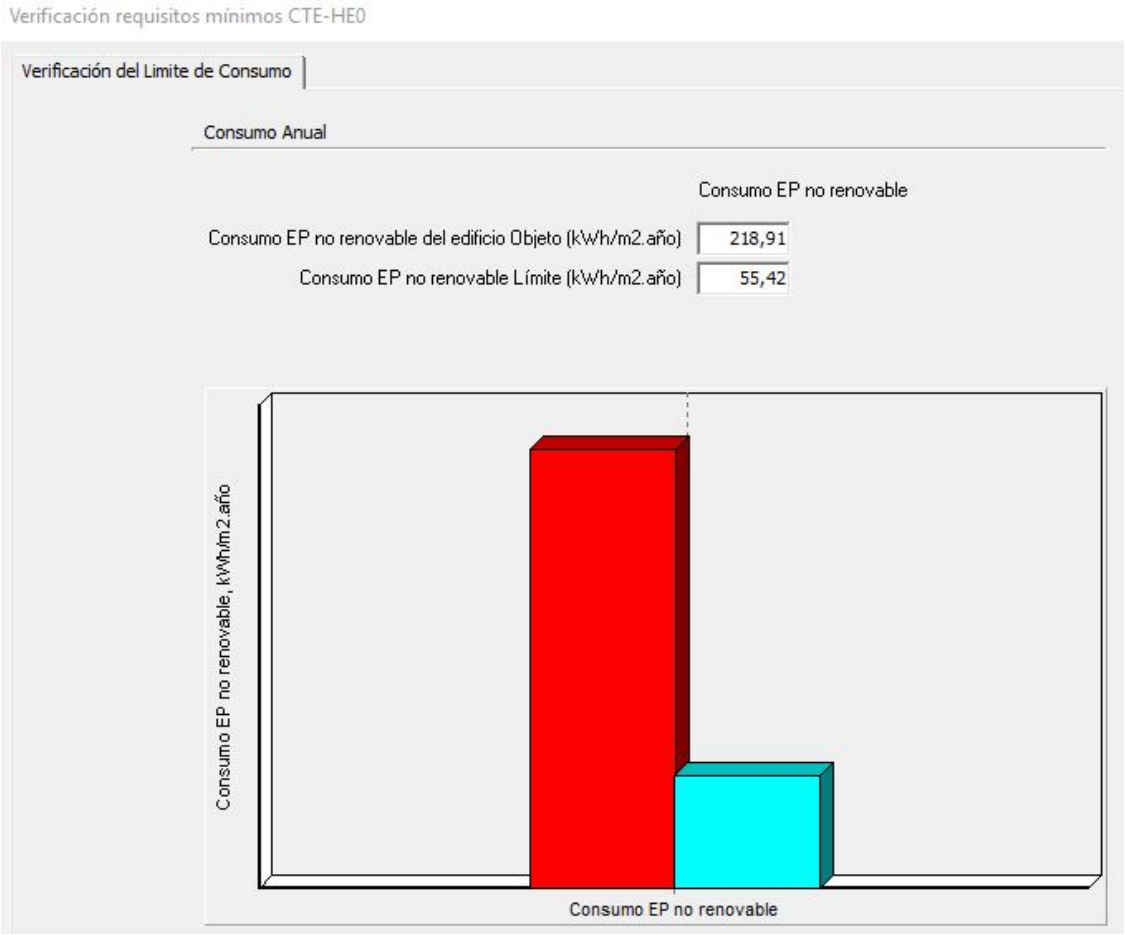


Imagen3.2.1.8.3. Cumplimiento HE0

Como se puede observar en la imagen no cumple el DB-HE0, lo cual es lógico pues no hay aportaciones de energías renovables

3.2.1.9. Verificación y certificación de la vivienda.

A continuación, se adjuntan los documentos con los resultados del Hulc el primero con la VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1.

Y el segundo con el CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	casa souto		
Dirección	C/souto 102cc SN - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1960 - 1979
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda	☐ Terciario
☒ Unifamiliar	☐ Edificio completo
☐ Bloque	☐ Local
☐ Bloque completo	
☐ Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CELESTINO_JUAN LOPEZ MONTERO	**NIF/NIE**	CIF
Razón social	Razón Social	**NIF**	-
Domicilio	SOUTO_102CC - - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	-	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-INGENIERO DE GRADO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	119,27	kWh/m²año	$D_{cal,lim}$	23,61	kWh/m²año	No cumple
D_{ref}	2,79	kWh/m²año	$D_{ref,lim}$	15,00	kWh/m²año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	218,91	kWh/m²año	$C_{ep,lim}$	55,42	kWh/m²año	No cumple

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 28/08/2017

Firma del técnico verificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno

Página 1 de 3

Imagen3.2.1.9.1. verificación página 1

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	276,84

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cerramiento_exterior	Fachada	108,61	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,70	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	105,53	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,55	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	50,79	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,90	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	80,65	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	6,61	0,74	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,53	0,71	Usuario
Muro sotano	Suelo	3,18	0,71	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,45	0,71	Usuario
Muro sotano	Suelo	1,48	0,71	Usuario
Muro sotano	Suelo	63,98	0,71	Usuario
Solera	Fachada	176,23	1,98	Usuario
Tejado	Cubierta	6,02	2,03	Usuario
Tejado	Cubierta	116,39	2,03	Usuario
Tejado	Cubierta	4,44	2,03	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	2,54	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	2,44	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	20,18	5,70	0,78	Usuario	Usuario

Fecha 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno

Página 2 de 3

Imagen3.2.1.9.2. verificación página 2

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	1,26	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	27,34	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	18,42	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	2,88	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	25,44	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	11,76	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	5,70	0,78	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	30,80	75,00	GasoleoC	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	75,00	GasNatural	PorDefecto

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	30,80	69,00	GasoleoC	Usuario

Fecha 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno Página 3 de 3

Imagen3.2.1.9.3. verificación página 3

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	casa souto		
Dirección	C/souto 102cc SN - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1960 - 1979
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda	☐ Terciario
☒ Unifamiliar	☐ Edificio completo
☐ Bloque	☐ Local
☐ Bloque completo	
☐ Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CELESTINO_JUAN LOPEZ MONTERO	**NIF/NIE**	CIF
Razón social	Razón Social	**NIF**	-
Domicilio	SOUTO_102CC - - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	-	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-INGENIERO DE GRADO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²•año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²•año)	
<35.80 A		<8.10 A	
35.80-58.1 B		8.10-13.10 B	
58.10-90.00 C		13.10-20.30 C	
90.00-138.40 D		20.30-31.10 D	
138.40-254.10 E	218,91 E	31.10-58.30 E	56,24 E
254.10-305.00 F		58.30-73.40 F	
=>305.00 G		=>73.40 G	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 28/08/2017

Firma del técnico certificador:

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha de generación del documento 28/08/2017
Ref. Catastral ninguno Página 1 de 7

Imagen3.2.1.9.4. Certificado página 1

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	276,84

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cerramiento_exterior	Fachada	108,61	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,70	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	105,53	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,55	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	50,79	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,90	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	80,65	0,74	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	6,61	0,74	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,53	0,71	Usuario
Muro sotano	Suelo	3,18	0,71	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,45	0,71	Usuario
Muro sotano	Suelo	1,48	0,71	Usuario
Muro sotano	Suelo	63,98	0,71	Usuario
Solera	Fachada	176,23	1,98	Usuario
Tejado	Cubierta	6,02	2,03	Usuario
Tejado	Cubierta	116,39	2,03	Usuario
Tejado	Cubierta	4,44	2,03	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	2,54	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	2,44	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	20,18	5,70	0,78	Usuario	Usuario

Fecha de generación del documento 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno Página 2 de 7

Imagen3.2.1.9.5. Certificado página 2

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	1,26	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	27,34	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	18,42	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	2,88	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	25,44	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	11,76	5,70	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	5,70	0,78	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	30,80	75,00	GasoleoC	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	75,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		**30,80**			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		**0,00**			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60º C (litros/día)	224,00

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	30,80	69,00	GasoleoC	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

Fecha de generación del documento 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno Página 3 de 7

Imagen3.2.1.9.6. Certificado página 3

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
TOTALES	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	**0**

Fecha de generación del documento 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno Página 4 de 7

Imagen3.2.1.9.7. Certificado página 4

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	CertificacionVerificacionNuevo

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		Emissiones calefacción ($kgCO_2/m^2$ año)	E	*Emissiones ACS ($kgCO_2/m^2$ año)*	F
<8.10 A 8.10-13.10 B 13.10-20.30 C 20.30-31.10 D 31.10-58.30 E 58.30-73.40 F =>73.40 G	55,24 E	47,06		7,72	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emissiones globales ($kgCO_2/m^2$ año)[1]		*Emissiones refrigeración ($kgCO_2/m^2$ año)*	G	*Emissiones iluminación ($kgCO_2/m^2$ año)*	-
		0,46		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	$kgCO_2/m^2$.año	$kgCO_2$/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	0,46	127,96
Emisiones CO2 por combustibles fósiles	54,78	15165,80

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m^2año)	E	*Energía primaria no renovable ACS (kWh/m^2año)*	F
<35.80 A 35.80-58.1 B 58.10-90.00 C 90.00-138.40 D 138.40-254.10 E 254.10-305.00 F =>305.00 G	218,91 E	186,91		29,26	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m^2año)[1]		*Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m^2año)*	G	*Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m^2año)*	-
		2,73		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	119,27 E	A B C D E F G
Demanda de calefacción (kWh/m^2año)		*Demanda de refrigeración (kWh/m^2año)*

[1]El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc…). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Fecha de generación del documento 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno Página 5 de 7

Imagen3.2.1.9.8. Certificado página 5

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²•año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²•año)
<35.80 A 35.80-58.1 B 58.10-90.00 C 90.00-138.40 D 138.40-254.10 E 254.10-305.00 F =>305.00 G	<8.10 A 8.10-13.10 B 13.10-20.30 C 20.30-31.10 D 31.10-58.30 E 58.30-73.40 F =>73.40 G

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m²•año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m²•año)
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	A B C D E F G

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m²•año)										
Consumo Energía final (kWh/m²•año)										
Emisiones de CO_2 ($kgCO_2/m^2$•año)										
Demanda (kWh/m²•año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

Fecha de generación del documento 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno Página 6 de 7

Imagen3.2.1.9.9. Certificado página 6

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	17/08/17

Fecha de generación del documento 28/08/2017

Ref. Catastral ninguno Página 7 de 7

Imagen3.2.1.9.10. Certificado página 7

En las hojas anteriores obtenidas del programa Hulc no se han propuesto medidas de mejora, pues eso es objeto del anexo III de este trabajo

3.2.2. Certificación mediante CE3X.

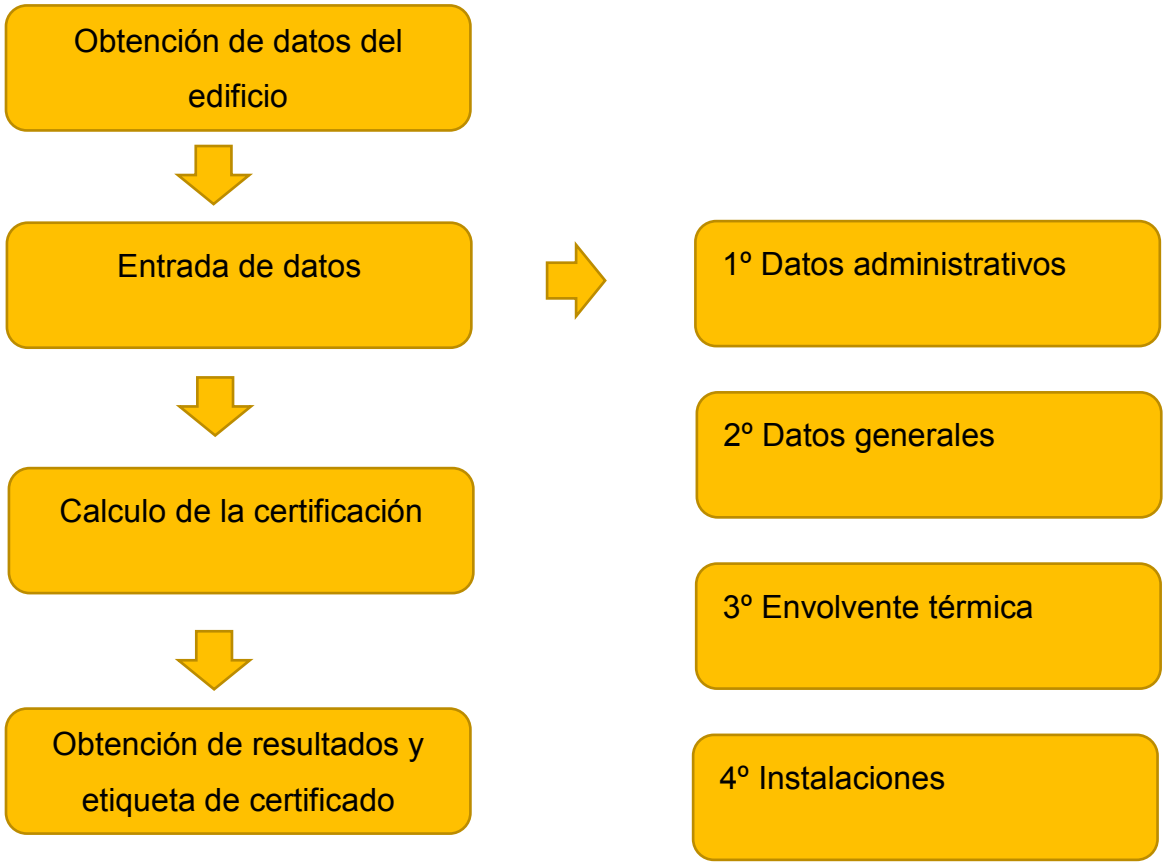
El procedimiento de certificación consiste en la obtención de la etiqueta de eficiencia energética, incluida en el documento de certificación generado automáticamente por la herramienta informática, que indica la calificación asignada al edificio dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

El programa CE3X se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una base de datos que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con HULC. La base de datos es lo suficientemente amplia para cubrir cualquier caso del parque edificatorio español. Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos.

De esta forma, el software busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto.

En diagrama de bloques siguiente. Estructura del procedimiento de certificación de CE3X., se puede observar un árbol que estructura el procedimiento de certificación con CE3X. Ilustra de una forma clara y sencilla cada uno de los pasos que se deben tener en cuenta para realizar el procedimiento de certificación simplificado. Como se observa, es un procedimiento muy similar al que se ha seguido con HULC.

Estructura del procedimiento de certificación de CE3X



3.2.2.1. Datos administrativos.

En primer lugar, se deben introducir los datos administrativos del proyecto de certificación. Los datos que se requieren son los de la ubicación del edificio, los del certificador y los del cliente.

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio	vivienda souto				
Dirección	souto 102cc				
Provincia/Ciudad autónoma	A Coruña	Localidad	Ferrol	Código Postal	15405
Referencia Catastral	1212				

Datos del cliente

Nombre o razón social	celestino juan lopez montero				
Dirección	souto 102cc				
Provincia/Ciudad autónoma	A Coruña	Localidad	ferrol	Código Postal	15405
Teléfono	2323	E-mail	j		

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos	celestino juan lópez montero			NIF	232
Razón social	yo			CIF	232
Dirección	102cc				
Provincia/Ciudad autónoma	A Coruña	Localidad	ferrol	Código Postal	15405
Teléfono	6565	E-mail	jj		
Titulación habilitante según normativa vigente	ingeniero de grado				

imagen3.2.2.1.1.Datos administrativos

3.2.2.2. Definición general del edificio.

Se trata de aquellos datos generales que describen el inmueble a certificar y que son indispensables para la obtención de su calificación.

Superficie útil habitable: hace referencia a la superficie del edificio que se está certificando, es decir la total de las 3 plantas Está formada por la superficie en planta que se encuentra dentro de la envolvente térmica del edificio. En este caso asciende a 276,84 m^2.

Altura libre de planta: es necesaria la altura libre de planta a efectos de cálculo de las renovaciones/hora necesarias para la ventilación de los diferentes espacios. Se medirá dicha longitud de la cara superior del suelo a la cara inferior del falso techo. En aquellos casos en los que existan zonas con diferentes alturas libres se introducirá la altura media ponderada en función de su superficie. En este caso es de 2,70 m.

Número de plantas habitables: en esta caso 3

Consumo total diario de ACS (l/día): hace referencia al volumen de agua por tiempo que es necesaria para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

Ha sido estimada con ayuda de los valores del CTE (HE-4).

Este valor asciende a 224 l/día. Considerando 8 personas y un consumo diario de 28 l/día por persona a la temperatura de 60ºC

Masa de las particiones: necesaria para consideraciones de inercia térmica en las particiones interiores entre espacios habitables (no son parte de la envolvente térmica del edificio). Se seleccionará la masa media de las particiones interiores distinguiendo entre:

Masa ligera: particiones interiores de placa de yeso.

Masa media: ladrillo hueco.

Masa pesada: ladrillo macizo.

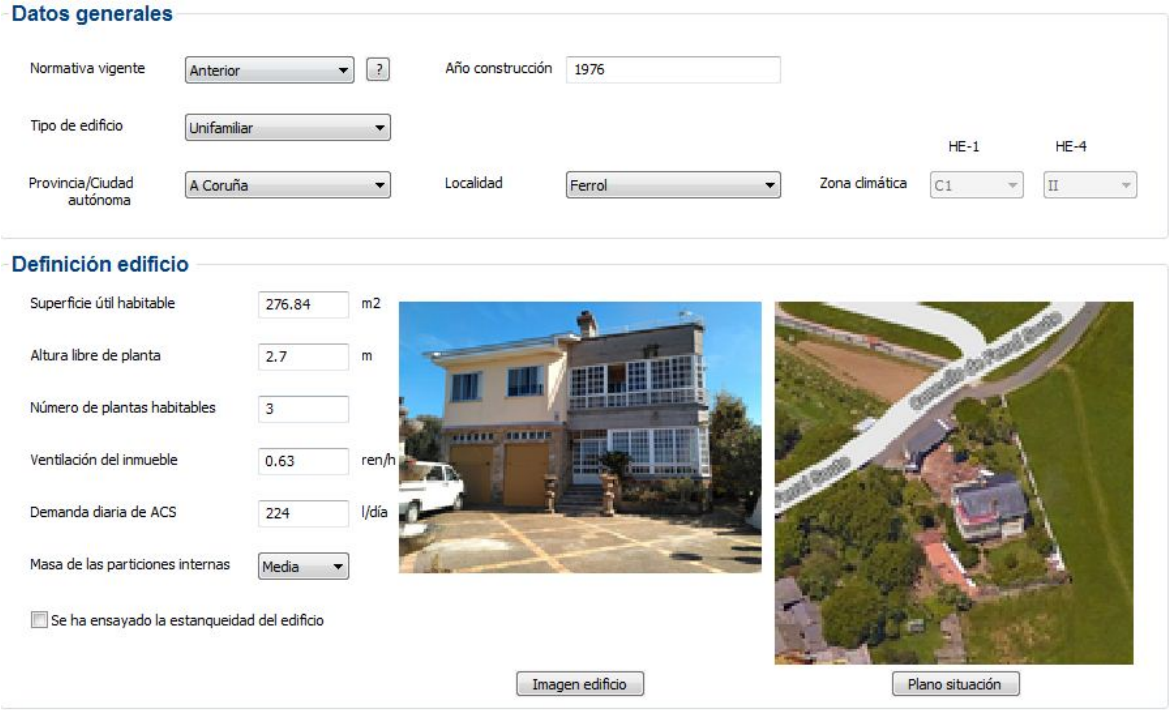


imagen3.2.2.2.1.Datos generales

3.2.2.3. Envolvente térmica.

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan entre espacios habitables y el ambiente exterior (aire, terreno, otro inmueble) y todas las particiones interiores que limitan entre los espacios habitables y los espacios no habitables.

Valor por defecto. Se utilizará en aquellos casos en los que no se posea ningún dato sobre las características de la envolvente térmica que nos permita determinar una transmitancia térmica más aproximada a la realidad. Cuando un cerramiento se introduzca a través de valor por defecto el programa no solicitará ningún dato más acerca de este e introducirá el valor mínimo de transmitancia que marcaba la normativa vigente durante su construcción.

Valor estimado. Se utilizará en aquellos casos en los cuales se posea información sobre las características de la envolvente térmica que permitan aproximar a un valor de transmitancia térmica más real. Cuando un cerramiento se introduzca a través de un valor estimado el programa solicitará una serie de datos para la obtención del valor final de transmitancia térmica U.

Valor conocido (ensayado/justificado). Se utilizará en aquellos casos en los cuales se pueda determinar el valor de transmitancia térmica real, obtenido mediante ensayo, las librerías...

Cuando un cerramiento se introduzca a través de valor conocido el programa solicitará o bien el valor de la transmitancia térmica (U), junto con la masa del cerramiento por m². O bien en aquellos casos en los cuales se disponga de la composición del cerramiento, podrá utilizarse la librería de cerramientos para la determinación de su transmitancia térmica (creando la composición del cerramiento mediante un conjunto de materiales).

Se debe tener presente que **NO hay que descontar la superficie de huecos y lucernarios** en la superficie del muro.

Para este proceso se crearon 3 plantas en CE3X a las que posteriormente le asignaremos los cerramientos huecos y puentes térmicos en función de su orientación

imagen3.2.2.3.1.árbol CE3X

- **Composición del muro exterior de fachada:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por "valor conocido", es decir, introduciendo su valor.

imagen3.2.2.3.2. Muro exterior norte planta 3

calculo peso/m^2 muro exterior		
Espesor (m)	densidad (Kg/m^3)	Masa/m^2 (Kg/m^2)
0,02	1125	22,5
0,09	630	56,7
0,02	30	0,6
0,04	1000	40
0,01	1150	11,5
	total	131,3

Tabla 3.2.2.3.1.Calculo muros exteriores de la masa/m^2

- **Composición de la cubierta:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por "valor conocido", es decir, introduciendo su valor.

imagen3.2.2.3.3. cubierta

calculo peso/m2 muro exterior		
espesor(m)	densidad Kg/m3	Masa/m2
0,005	2400	12
0,02	1125	22,5
0,21	1338	280,98
0,01	625	6,25
	total	321,73

Tabla 3.2.2.3.2.Calculo cubierta de la masa/m^2

- **Partición inferior horizontal:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por “valor conocido”, es decir, introduciendo su valor.

imagen3.2.2.3.4. Partición inferior horizontal

- **Partición superior horizontal:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por “valor conocido”, es decir, introduciendo su valor.

imagen3.2.2.3.5. Partición superior horizontal

- **Partición interior vertical:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por “valor conocido”, es decir, introduciendo su valor.

imagen3.2.2.3.6. Partición interior vertical

- **Suelo en contacto con el terreno:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por "valor conocido", es decir, introduciendo su valor.

imagen3.2.2.3.7. Suelo en contacto con el terreno

- **Huecos:**

Las ventanas y lucernarios se deben crean sobre cada una de las fachadas sobre las que se encuentran.

Para caracterizar los huecos de ventana y puerta se deben introducir sus dimensiones y su multiplicador para que el software cree el número exacto de este tipo que hay en ese muro de fachada. Se eligen los materiales de vidrio y marco utilizados (por librería), así como el porcentaje de marco; así conoceremos el valor de la transmitancia térmica.

Otras características que se introducen son la permeabilidad del hueco y la absortividad del marco para la radiación α (en función del color y tono de este).

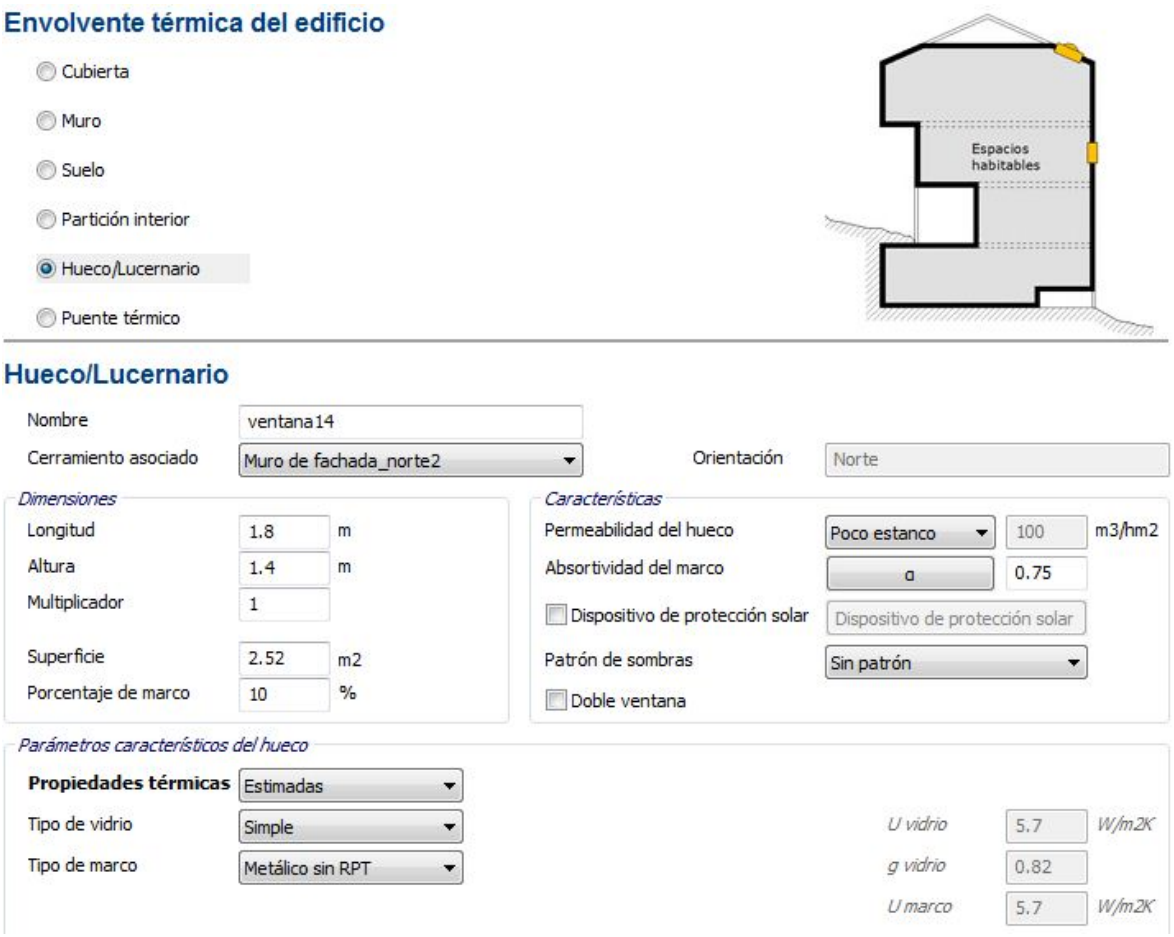


imagen3.2.2.3.8. Ventana

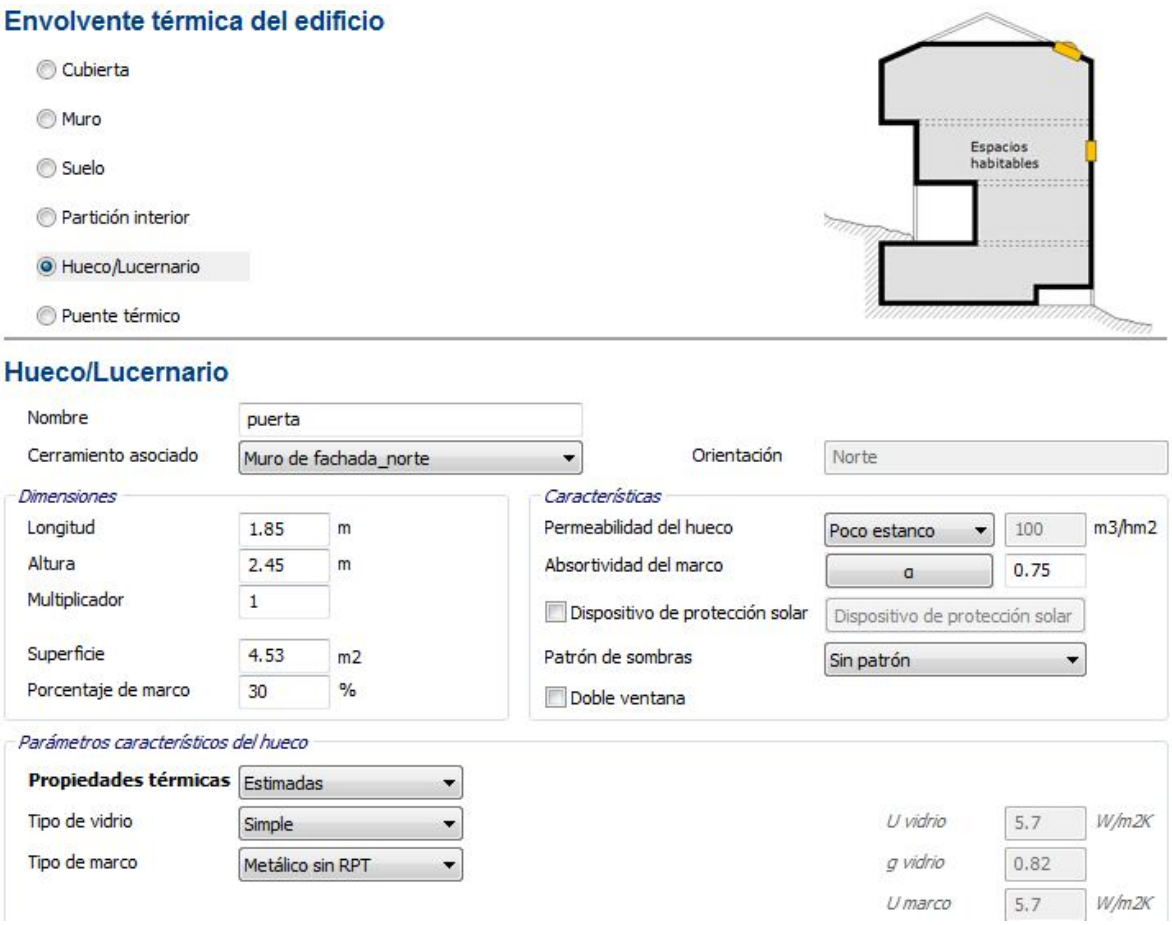


imagen3.2.2.3.9. Puerta

- **PUENTES TÉRMICOS:**

Los puentes térmicos son aquellas uniones de los diferentes cerramientos entre sí, con pilares, con marcos de ventanas, con huecos, puertas, persianas…

Existen catorce tipos diferentes de puentes térmicos en este software, que se pueden crear conociendo el valor, o introduciendo el valor por defecto.

Se deben seleccionar los diferentes tipos existentes y el cerramiento al que está asociado; así como la longitud de cada uno de ellos, a partir de estos datos, CE3X genera el valor de la transmitancia térmica lineal (ψ; W/m*K) asociada a cada uno de estos.

imagen3.2.2.3.10. Puentes térmicos

3.2.2.4. Instalaciones.

A continuación se exponen los diferentes equipos que cubren las demandas en este caso ACS y calefacción con los mismos datos que se incluyeron en Hulc.

imagen3.2.2.4.1. Instalaciones

3.2.2.5. Verificación y certificación de la vivienda.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	vivienda souto		
Dirección	souto 102cc		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	A Coruña	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1976
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	1212		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
● Vivienda ● Unifamiliar ○ Bloque ○ Bloque completo ○ Vivienda individual	○ Terciario ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	celestino juan lópez montero	**NIF(NIE)**	232
Razón social	yo	**NIF**	232
Domicilio	102cc		
Municipio	ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	A Coruña	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	jj	**Teléfono**	6565
Titulación habilitante según normativa vigente	ingeniero de grado		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
< 35.8 A 35.8-58.1 B 58.1-90.0 C 90.0-138.4 D 138.4-254.1 E 254.1-305.0 F ≥ 305.0 G 510.4 G	< 8.1 A 8.1-13.1 B 13.1-20.3 C 20.3-31.1 D 31.1-58.3 E 58.3-73.4 F ≥ 73.4 G 134.4 G

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 25/08/2017

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

imagen3.2.2.5.1. Página 1 certificado de eficiencia energética con CE3X

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	276.84

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Muro de fachada_sur	Fachada	15.24	0.74	Conocidas
Muro de fachada_norte	Fachada	5.03	0.74	Conocidas
Muro de fachada_oeste	Fachada	20.93	0.74	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	68.94	1.06	Estimadas
Partición vertical	Partición Interior	35.15	2.94	Conocidas
Partición superior	Partición Interior	68.94	1.90	Conocidas
Muro de fachada_sur2	Fachada	16.04	0.74	Conocidas
Muro de fachada_norte2	Fachada	16.37	0.74	Conocidas
Muro de fachada_oeste2	Fachada	16.38	0.74	Conocidas
Muro de fachada_este2	Fachada	30.39	0.74	Conocidas
Partición superior2	Partición Interior	111.1	1.90	Conocidas
Partición inferior2	Partición Interior	111.1	1.90	Conocidas
Cubierta con aire	Cubierta	139.0	2.03	Conocidas
Muro de fachada_norte3	Fachada	7.15	0.74	Conocidas
Muro de fachada_sur3	Fachada	8.27	0.74	Conocidas
Muro de fachada_oeste3	Fachada	16.27	0.74	Conocidas
Muro de fachada_este3	Fachada	16.35	0.74	Conocidas
Partición inferior3	Partición Interior	96.8	1.90	Conocidas

imagen3.2.2.5.2. Página 2 certificado de eficiencia energética con CE3X

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
ventana1	Hueco	6.6	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana2	Hueco	1.6	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana3	Hueco	0.9	5.70	0.76	Estimado	Estimado
puerta	Hueco	4.53	5.70	0.63	Estimado	Estimado
ventana4	Hueco	2.0	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana5	Hueco	1.0	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana6	Hueco	2.34	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana7	Hueco	2.6	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana8	Hueco	1.27	5.70	0.76	Estimado	Estimado
puerta1	Hueco	1.58	5.70	0.56	Estimado	Estimado
puerta2	Hueco	0.96	4.00	0.12	Estimado	Estimado
ventana9	Hueco	13.44	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana10	Hueco	0.63	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana11	Hueco	1.05	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana12	Hueco	3.2	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana13	Hueco	2.31	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana14	Hueco	2.52	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana15	Hueco	2.52	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana16	Hueco	11.76	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana17	Hueco	1.26	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana18	Hueco	1.89	5.70	0.69	Estimado	Estimado
ventana19	Hueco	1.05	5.70	0.69	Estimado	Estimado
ventana20	Hueco	1.68	5.70	0.69	Estimado	Estimado
ventana21	Hueco	0.84	5.70	0.69	Estimado	Estimado
ventana22	Hueco	11.55	5.70	0.69	Estimado	Estimado
ventana23	Hueco	0.63	5.70	0.69	Estimado	Estimado
ventana24	Hueco	3.36	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana25	Hueco	1.0	5.70	0.76	Estimado	Estimado
puerta3	Hueco	0.6	5.70	0.17	Estimado	Estimado
ventana26	Hueco	0.48	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana27	Hueco	0.64	5.70	0.76	Estimado	Estimado
ventana28	Hueco	0.64	5.70	0.76	Estimado	Estimado
puerta4	Hueco	1.2	5.70	0.50	Estimado	Estimado
ventana29	Hueco	2.4	5.70	0.76	Estimado	Estimado

imagen3.2.2.5.3. Página 3 certificado de eficiencia energética con CE3X

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	31.5	63.1	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60º (litros/día)	224.0

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	31.5	63.1	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	ACS				

imagen3.2.2.5.4. Página 4 certificado de eficiencia energética con CE3X

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	Residencial

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	G	*Emisiones ACS [kgCO2/m² año]*	G
		123.13		10.80	
	134.4 G	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]		*Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]*	-	*Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]*	-
		0.46		-	

< 8.1 A
8.1-13.1 B
13.1-20.3 C
20.3-31.1 D
31.1-58.3 E
58.3-73.4 F
≥ 73.4 G

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	0.46	126.90
Emisiones CO2 por otros combustibles	133.93	37076.85

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²año]	G	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]*	G
		466.79		40.94	
	510.4 G	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]*	-	*Energía primaria iluminación [kWh/m²año]*	-
		2.71		-	

< 35.8 A
35.8-58.1 B
58.1-90.0 C
90.0-138.4 D
138.4-254.1 E
254.1-305.0 F
≥ 305.0 G

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	249.8 G	No calificable	
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		*Demanda de refrigeración [kWh/m² año]*	

< 19.7 A
19.7-32.0 B
32.0-49.5 C
49.5-76.2 D
76.2-125.7 E
125.7-147.0 F
≥ 147.0 G

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

imagen3.2.2.5.5. Página 5 certificado de eficiencia energética con CE3X

3.2.2.6. Conclusiones finales.

A continuación se muestran las dos etiquetas obtenidas de la certificación, con su correspondiente clase y valor de emisión ($KgCO_2/m^2$.año). Así como el consumo de energía primaria no renovable (KWh/m^2.año)

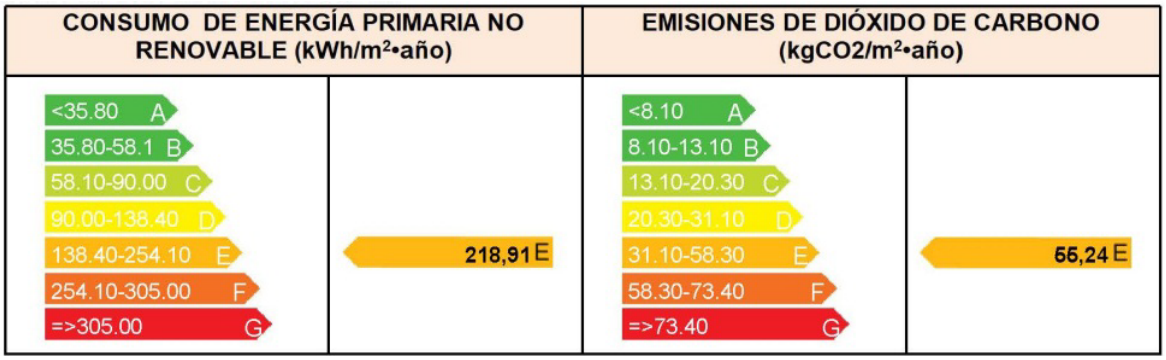


imagen3.2.2.6.1. Calificación energética según HULC

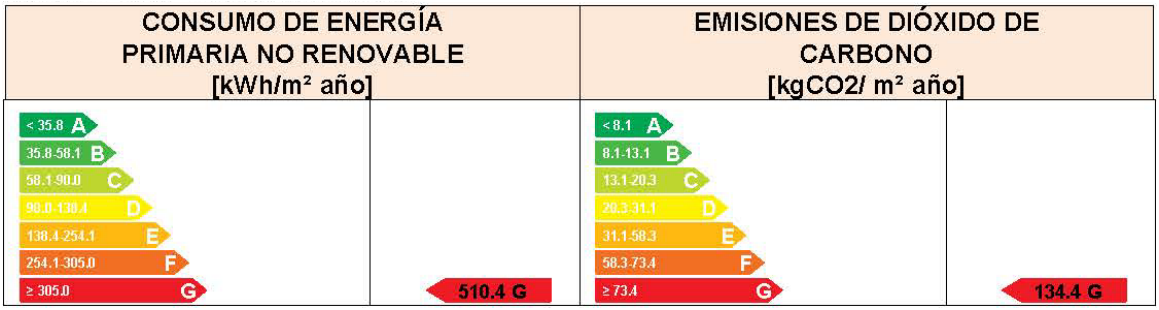


imagen3.2.2.6.2. Calificación energética según CE3X

Ambos resultados dieren bastante. Se debe tener en cuenta que la escala de los programas es diferente.

Las **superficies** tenidas en cuenta en cada uno de los softwares son **diferentes**, puesto que para HULC la superficie es la total del inmueble y para CE3X hay que descontar de la total el garaje y la bodega. Por esta razón el valor de emisiones en CE3X es superior, puesto que los kg totales están divididos entre memos superficie.

En función del valor de la emisión obtenida, se puede decir que el inmueble no es eficiente, por lo tanto se realizaran las correcciones necesarias en el anexo siguiente.

- **Análisis de resultados CE3X mediante el complemento:**

"ISOVER COMPROBACION CTE 2013" del fabricante ISOVER SAINT GOBAIN

La parte de la izquierda de cada uno de los gráficos, se expresa en porcentaje, las perdidas energéticas del edificio actual para cada uno de los vectores energéticos analizados. En la parte derecha del mismo se expresa en porcentaje, el potencial de ahorro en base a los coeficientes estándar de operación y funcionamiento de CE3X

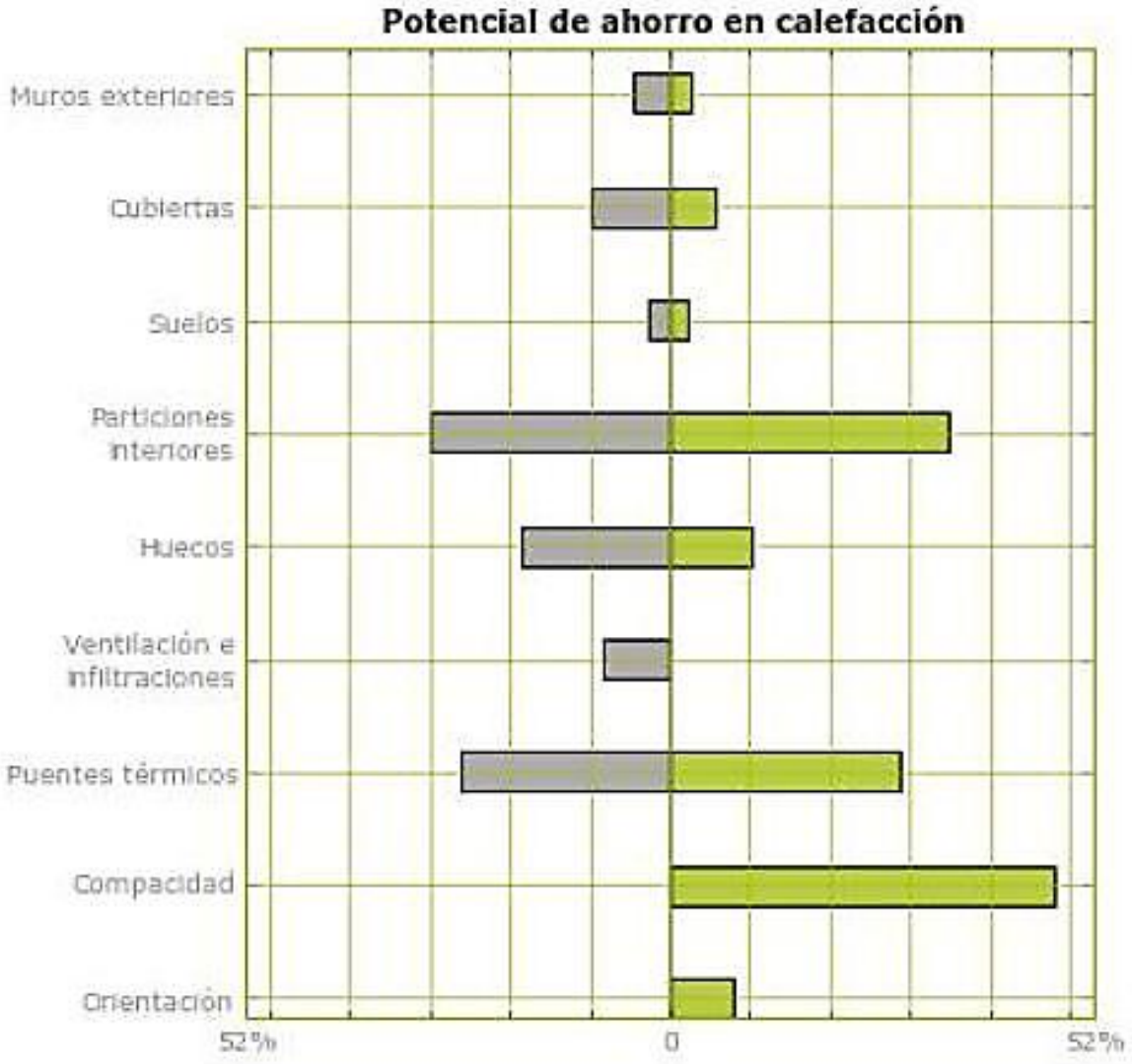


imagen3.2.2.6.3. Potencial de ahorro en calefacción CE3X

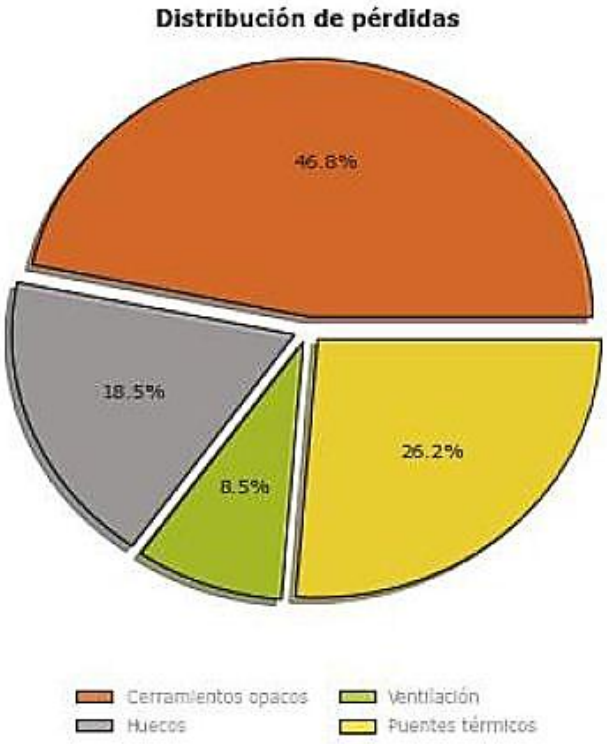


imagen3.2.2.6.4. Distribución de perdidas CE3X

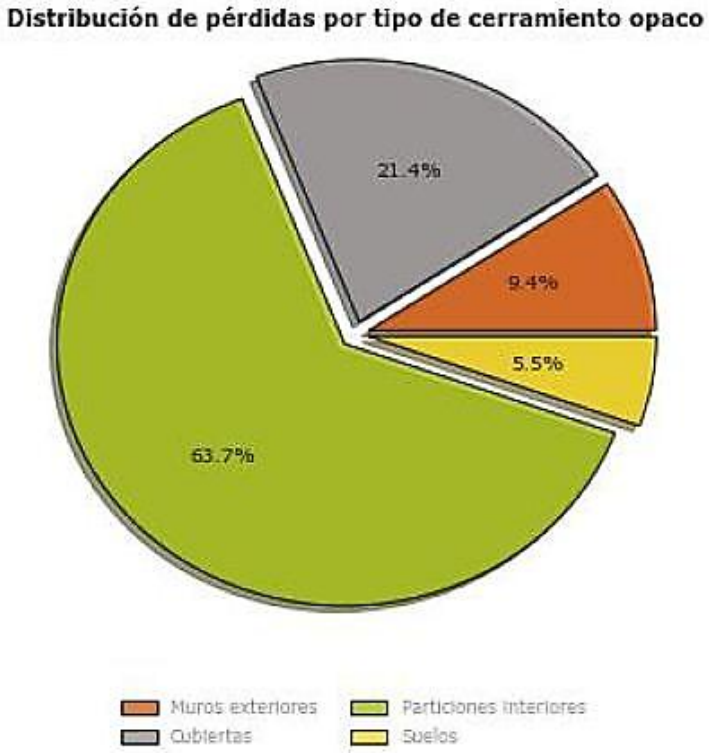


imagen3.2.2.6.5. Distribución de pérdidas por tipo cerramiento opaco CE3X

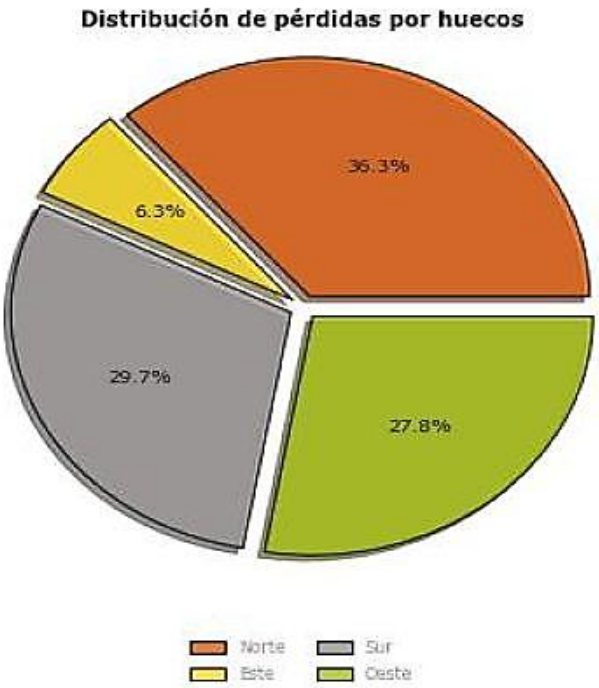


imagen3.2.2.6.6. Distribución de pérdidas por huecos CE3X

- **Análisis de resultados HULC mediante hulc_res_v2.2:**

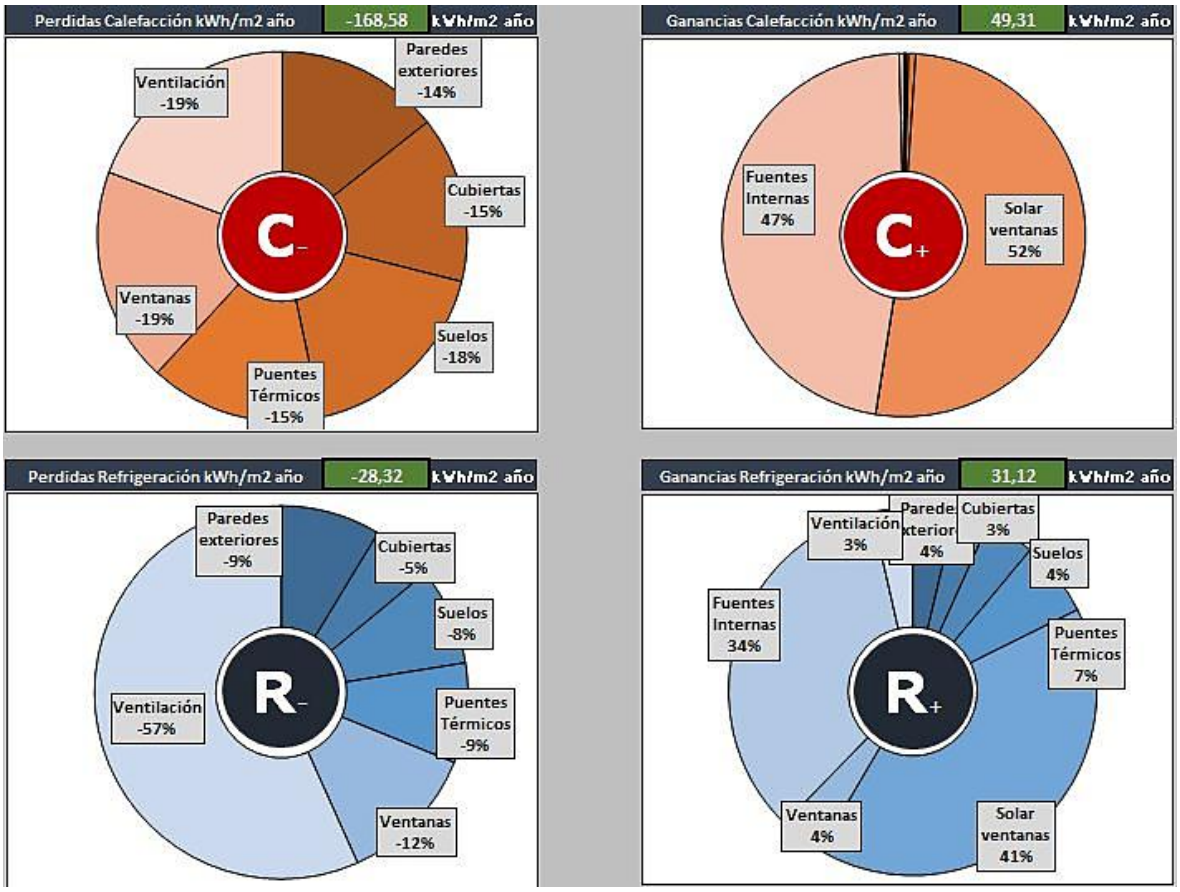


imagen3.2.2.6.7. Análisis de resultados mediante Hulc_res_v2.2

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXO III CERTIFICACION DEFINITIVA CON LAS MEJORAS ENERGETICAS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.3 REALIZACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN.

Se va a proceder a realizar la Certificación del edificio con las mejoras energéticas con dos softwares totalmente diferentes con el fin de encontrar todas las diferencias existentes entre ambos a la hora de caracterizar el edificio y a la vista de los resultados obtenidos.

Siendo ambos programas permitidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, se pretende encontrar las limitaciones y ventajas que cada uno tiene.

Con las modificaciones se intentará obtener una calificación clase A.

3.3.1 CERTIFICACION HULC

Queda reflejado, que este software es perfectamente válido para obtener la certificación de un edificio en fase de proyecto o ya terminado, para viviendas unifamiliares, viviendas en bloque, o edificio terciarios pequeños o medianos y para gran edificio terciario. Por estas razones podemos certificar la vivienda objeto del trabajo

3.3.1.1 Datos generales

En primer lugar, se deben introducir los datos generales del inmueble y del certificador que la va a realizar.

Estos datos son los mismos que en el anexo anterior con excepción del valor de ventilación que figura en la Imagen 3.3.1.1.1 datos generales, valor que vamos a sustituir por el valor calculado aplicando de DB-HS3.

Tipo de vivienda	***Locales* secos**			***Locales* húmedos**	
	Dormitorio principal	**Resto de dormitorios**	**Salas de estar y comedores**	**Mínimo en total**	**Mínimo por *local***
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

Tabla 3.3.1.1.1. Caudales mínimos para *ventilación de caudal constante* en *locales habitables*
Caudal mínimo q_v en l/s

Además, el caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar los contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Esta

condición se considera satisfecha con el establecimiento de un caudal mínimo de 1,5 l/s por *local habitable* en los periodos de no ocupación.

espacios	tipo local	ventilación l/s	ventilación l/s
P01_E01	BODEGA		
P02_E01	GARAGE	240	no habitable
P02_E02	ESCALERA	1,5	1,5
P02_E03	INSTALACIONES		no habitable
P03_E01	HALL	1,5	1,5
P03_E02	COMEDOR	10	10
P03_E03	BAÑO	8	8
P03_E04	DISTRIBUIDOR	1,5	1,5
P03_E05	COCINA	1,5	1,5
P03_E06	ESCALERA	1,5	1,5
P04_E01	HABITACION	8	8
P04_E02	HABITACION	4	4
P04_E03	GALERIA		no habitable
P04_E04	SALON COMEDOR	10	10
P04_E05	PASILLO	1,5	1,5
P04_E06	PASILLO	1,5	1,5
P04_E07	BAÑO	8	8
P04_E08	BAÑO	8	8
P04_E09	PASILLO	1,5	1,5
P04_E10	PASILLO	1,5	1,5
P04_E11	COCINA	1,5	1,5
P04_E12	ESCALERA	1,5	1,5
P04_E13	HABITACION	4	4
P04_E14	GALERIA		no habitable
P05_E01	NO HABITABLE		no habitable
P05_E02	NO HABITABLE		no habitable
P05_E03	HABITACION	4	4
P05_E04	COCINA	1,5	1,5
P05_E05	SALON	10	10
P05_E06	HABITACION	4	4
P05_E07	PASILLO	1,5	1,5
P05_E08	BAÑO	8	8
P05_E09	ESCALERA	1,5	1,5
P05_E10	HABITACION	4	4
P05_E11	NO HABITABLE		
	TOTAL	351	112

Tabla 3.3.1.1.2 valores ventilación l/s

El valor de 351 l/s no lo vamos a considerar pues el garaje está en la zona no habitable por lo tanto para los cálculos cogemos 112 l/s, para este cálculo se tiene en cuenta que para los locales húmedos en este caso 4. Tendríamos un valor de 4 x 8 = 32 l/s, valor que no sería el que consideramos pues el mínimo es 33 l/s

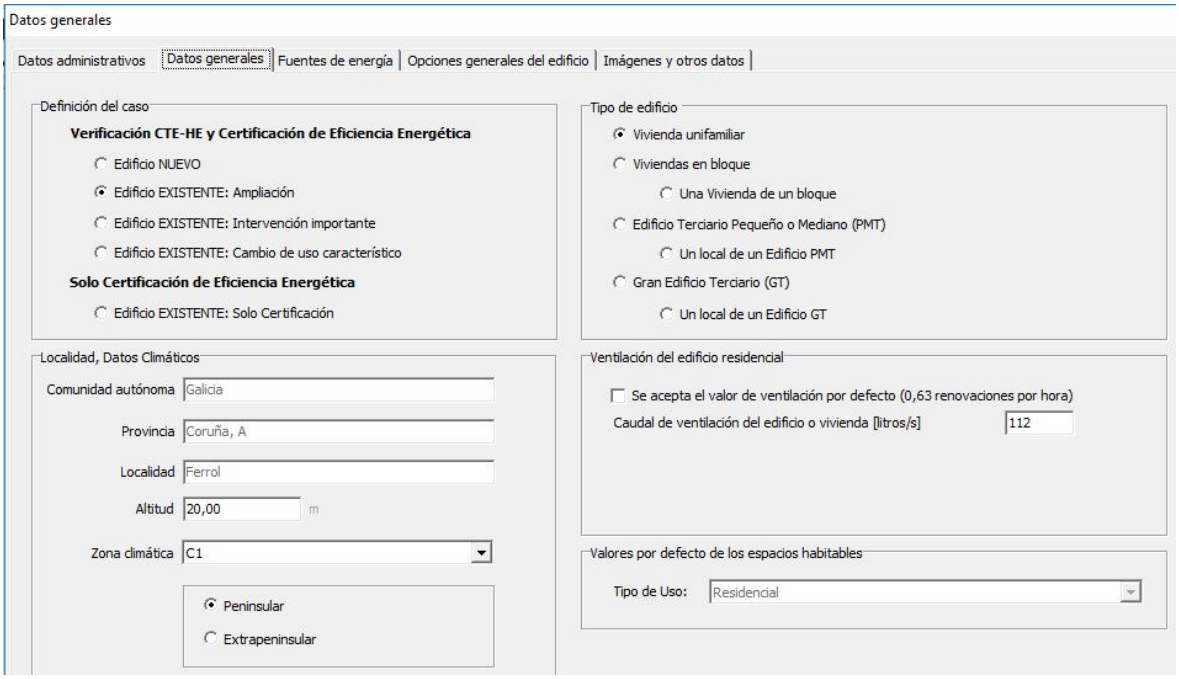


Imagen 3.3.1.1.1 datos generales

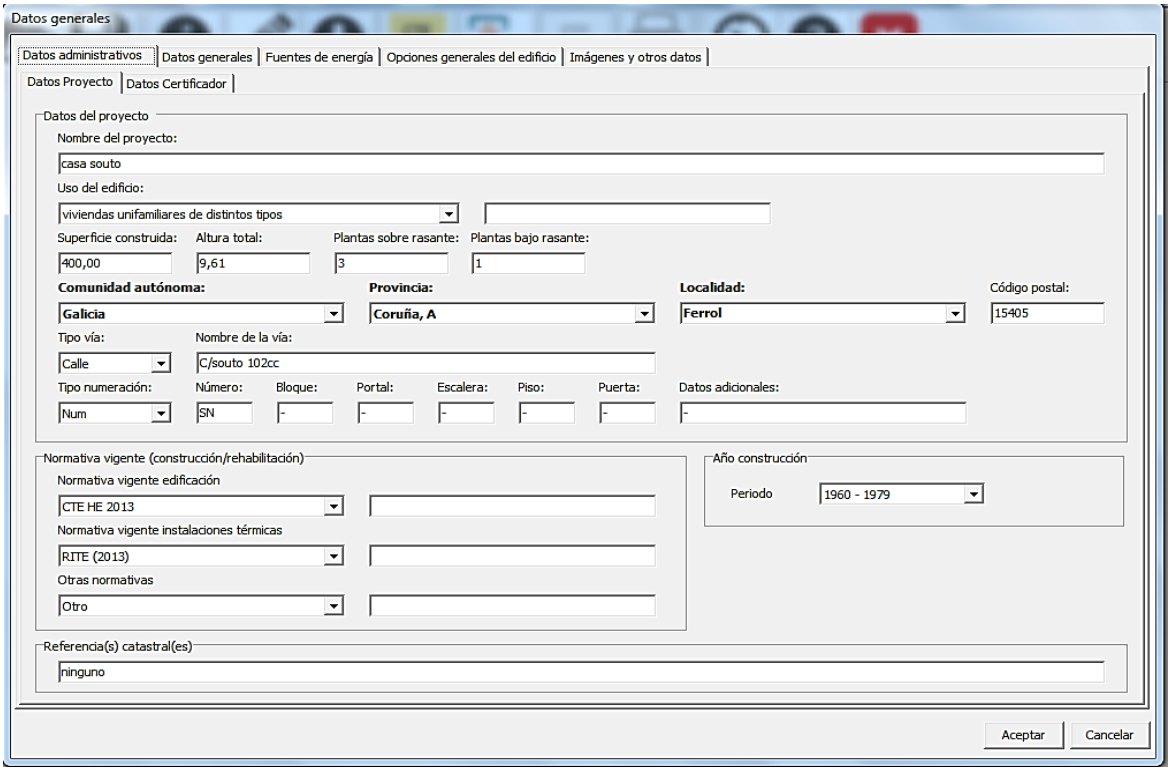


Imagen 3.3.1.1.2 datos administrativos

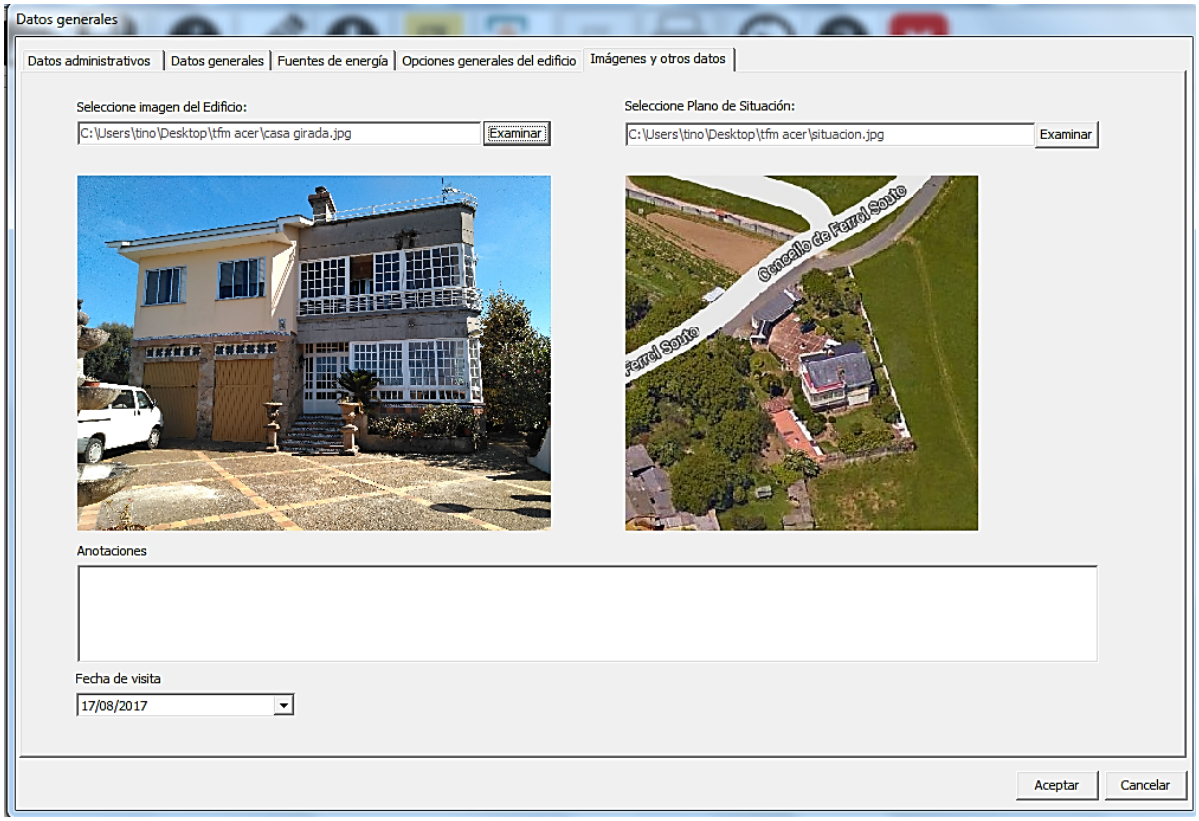


Imagen 3.3.1.1.3 imágenes y otros datos

3.3.1.2 Materiales de la envolvente externa y particiones.

El siguiente paso es introducir en el programa la composición de todos los cerramientos y particiones relevantes para la certificación.

Las siguientes imágenes muestran los cerramientos y particiones introducidos en HULC. Se pueden observar las diferentes capas con sus correspondientes espesores, así como sus características principales (conductividad, densidad, Cp, resistencia térmica).

En la parte inferior derecha se muestra la transmitancia térmica global del cerramiento, designada por “U”, en unidades del Sistema Internacional, $W/(m^2*K)$.

El valor de la Transmitancia Térmica “U”, es la medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un sistema constructivo, formado por una o varias capas de material, de caras planas o paralelas cuando hay un gradiente térmico entre los ambientes en contacto con ambas partes de 1K.

- **Cerramiento exterior**

Nombre: Cerramiento_exterior

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
2	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [	0,120	0,025	38	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
4	Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm <	0,090	0,212	630	1000	
5	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,020	0,046	30	1000	
6	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
7	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,445	1000	1000	
8	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
9						

Grupo Material: Morteros

Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 12

0,020 Espesor (m)

Añadir | Cambiar | Eliminar | Subir | Bajar

U 0,16 W/(m²K)

Imagen 3.3.1.2.1 cerramientos exteriores

Este cerramiento se ha mejorado con un sistema SATE de 120 mm de espesor.

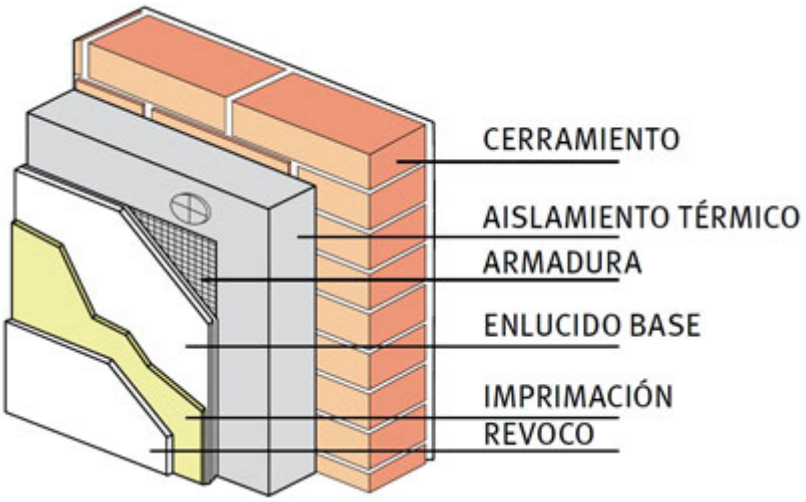
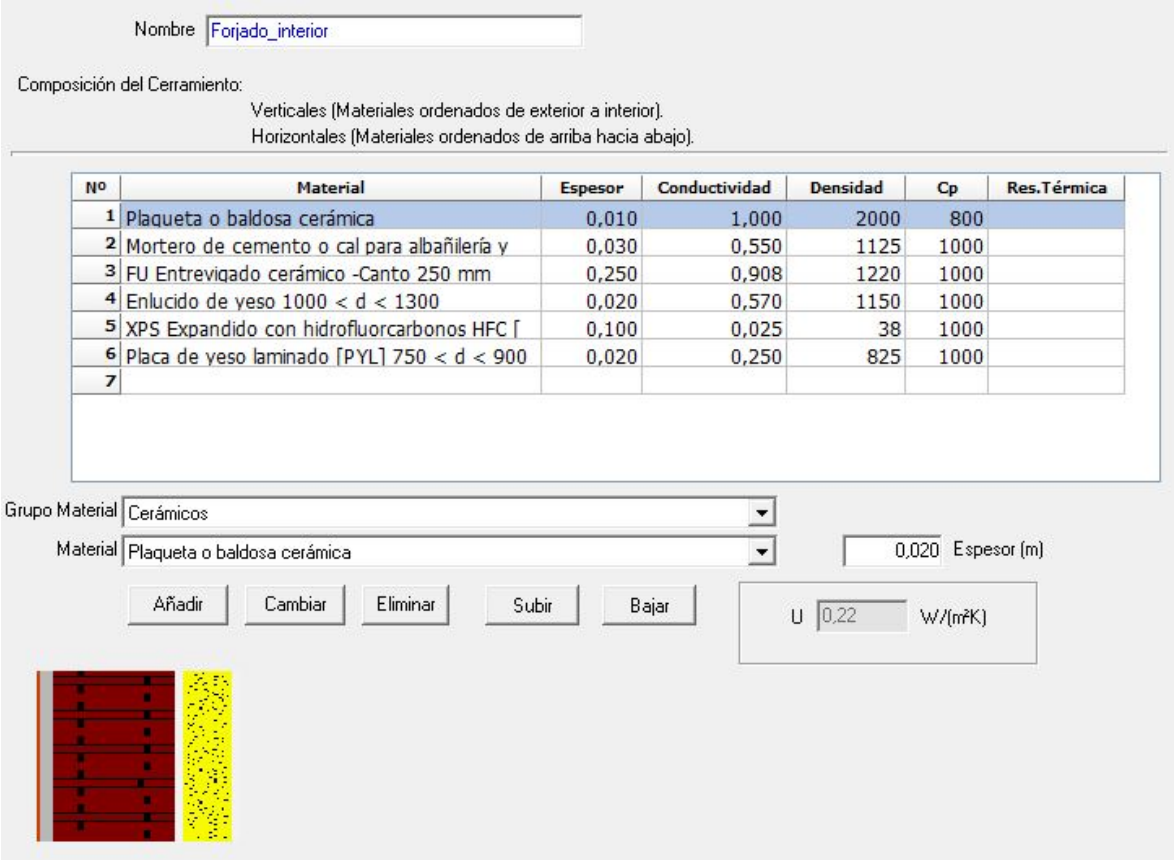


Imagen 3.3.1.2.2 Sistema SATE

- **Forjado interior horizontal**



Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	0,550	1125	1000	
3	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
5	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [	0,100	0,025	38	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
7						

Imagen 3.2.1.2.3 forjado interior horizontal

En los techos de las habitaciones se añade 100 mm de aislante y posteriormente se recubre mediante placas de pladur.

Para los dos cerramientos que van a continuación también se aumentó el aislamiento mediante XPS de 100 mm de espesor

- **Forjado bajo cubierta**

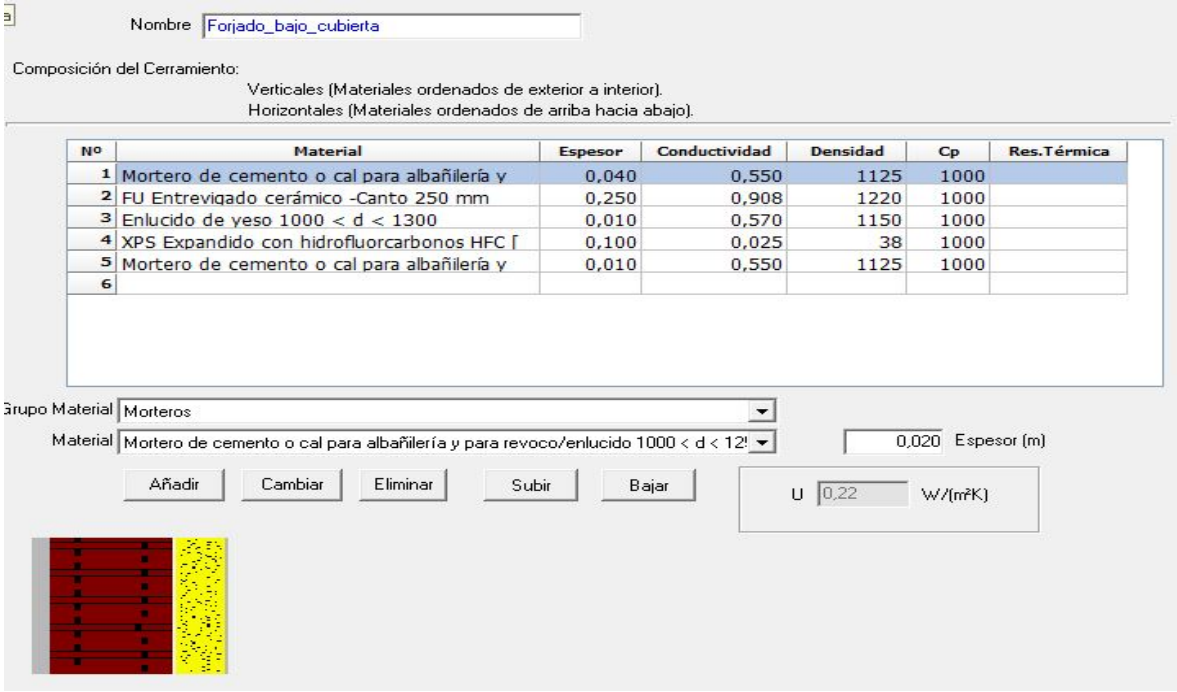


Imagen 3.2.1.2.4 Forjado bajo cubierta

- **Muro sótano**

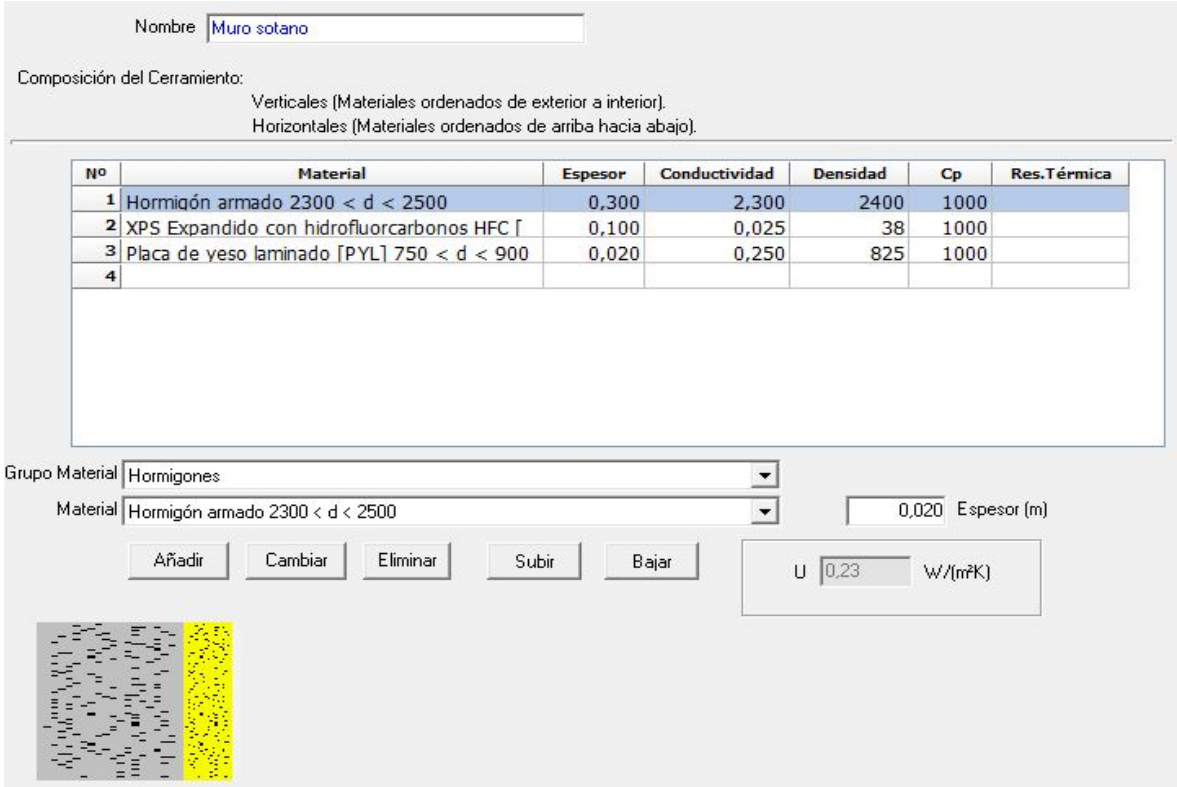


Imagen 3.2.1.2.5 Muro sótano

- **Partición interior vertical**

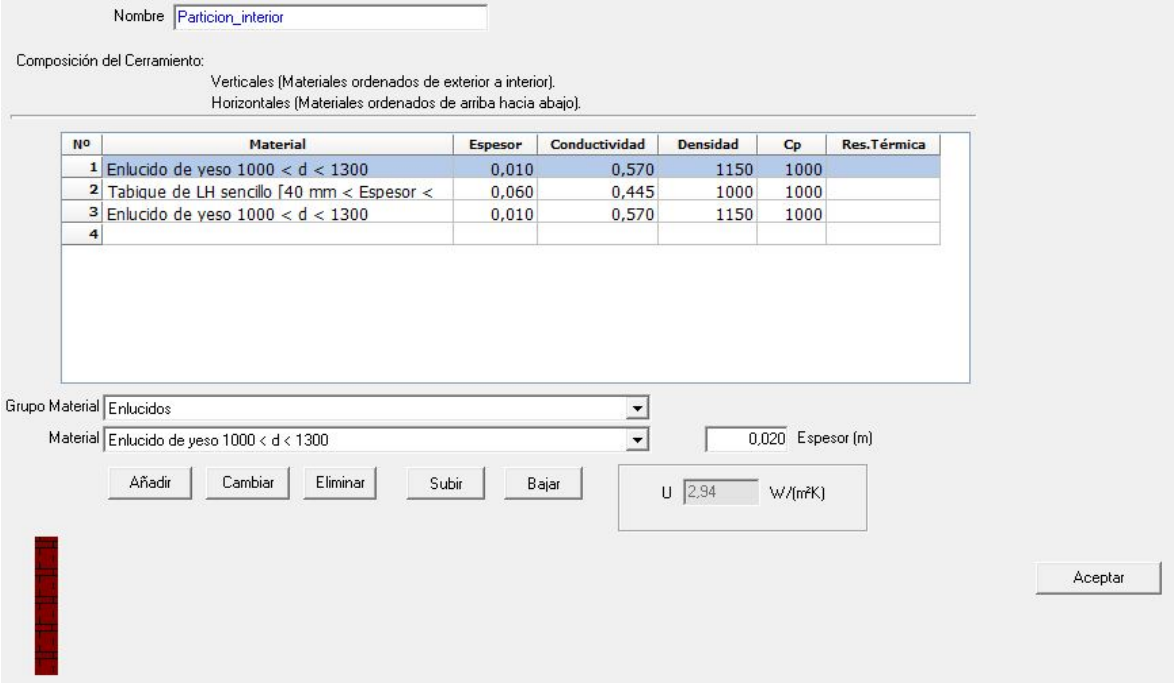


Imagen 3.2.1.2.6 Partición interior vertical

No se ha modificado su composición

- **Solera**

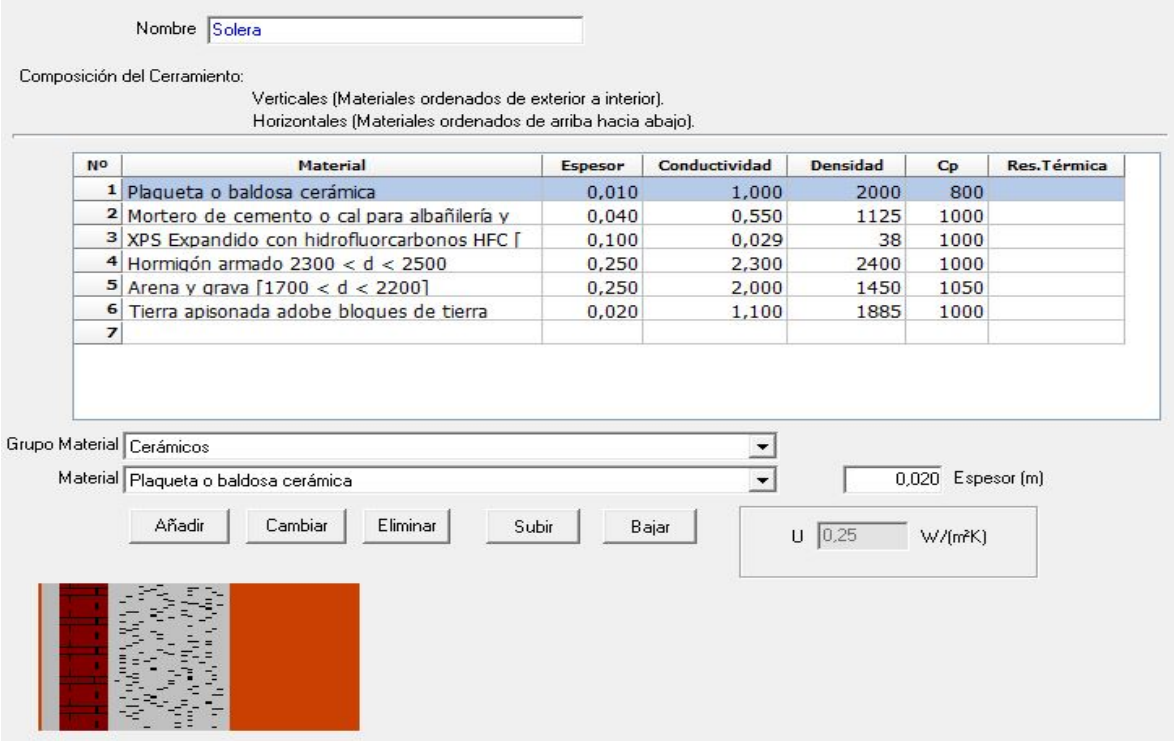


Imagen 3.2.1.2.7 Solera

Se ha aumentado el aislamiento mediante XPS de 100 mm de espesor

- **Tejado**

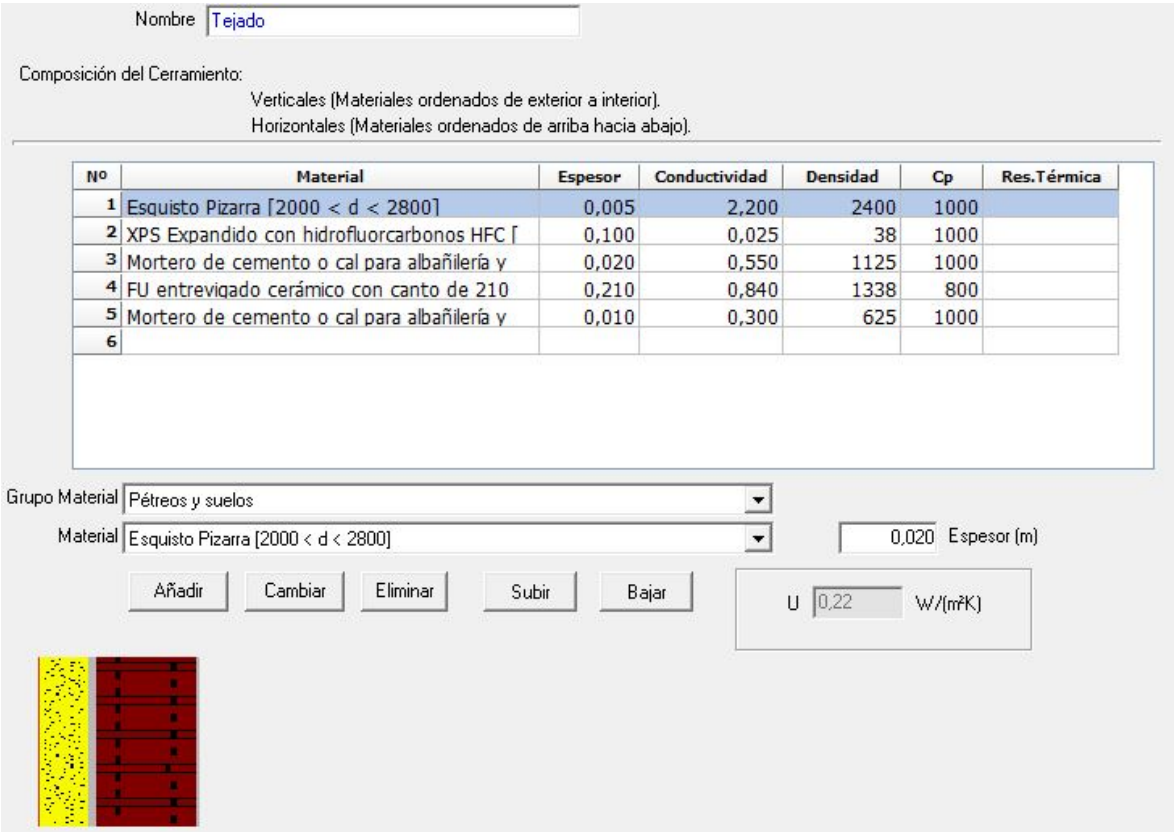


Imagen 3.2.1.2.8 Tejado

Se ha aumentado el aislamiento mediante XPS de 100 mm de espesor

3.3.1.3 Materiales de los huecos (ventanas, puertas).

Para este apartado se a mejorado la carpintería metálica sustituyendo la antigua por otra nueva con rotura de puente térmico y cristalería bajo emisiva

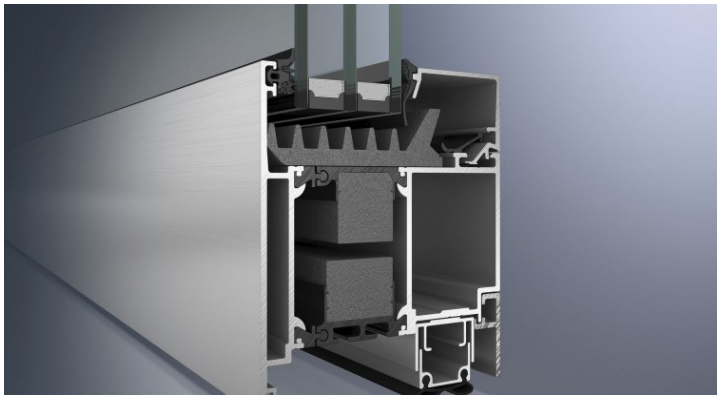


Imagen 3.2.1.3.1 nueva carpintería metálica

- **Ventanas**

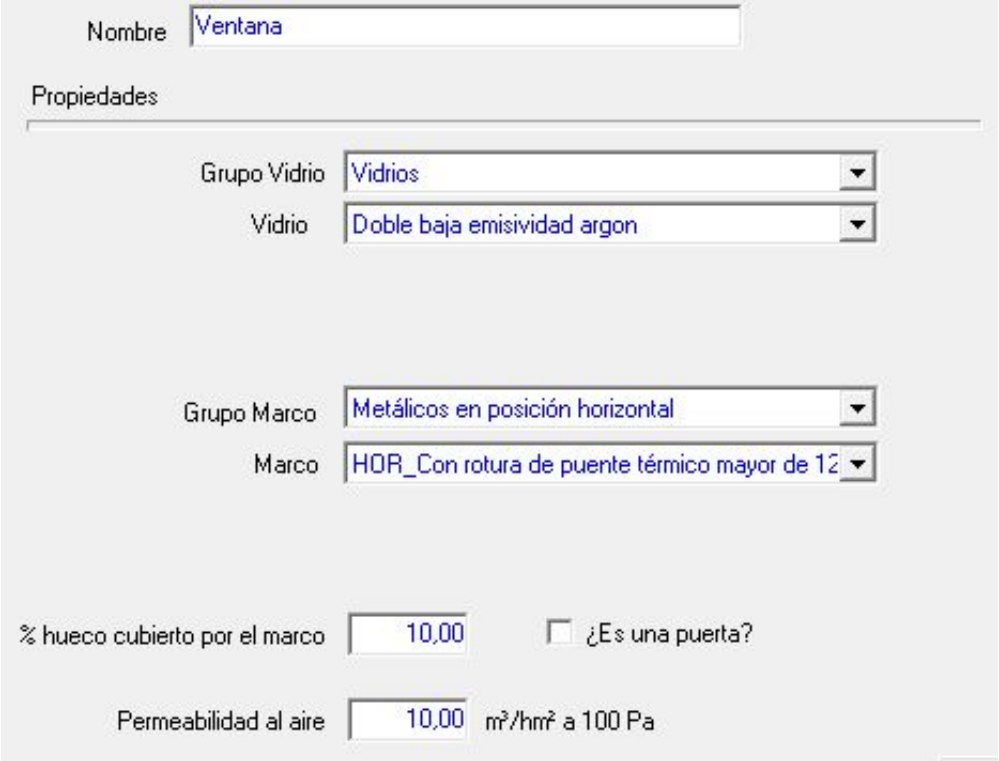


Imagen 3.2.1.3.2 Ventana

- **Puertas**

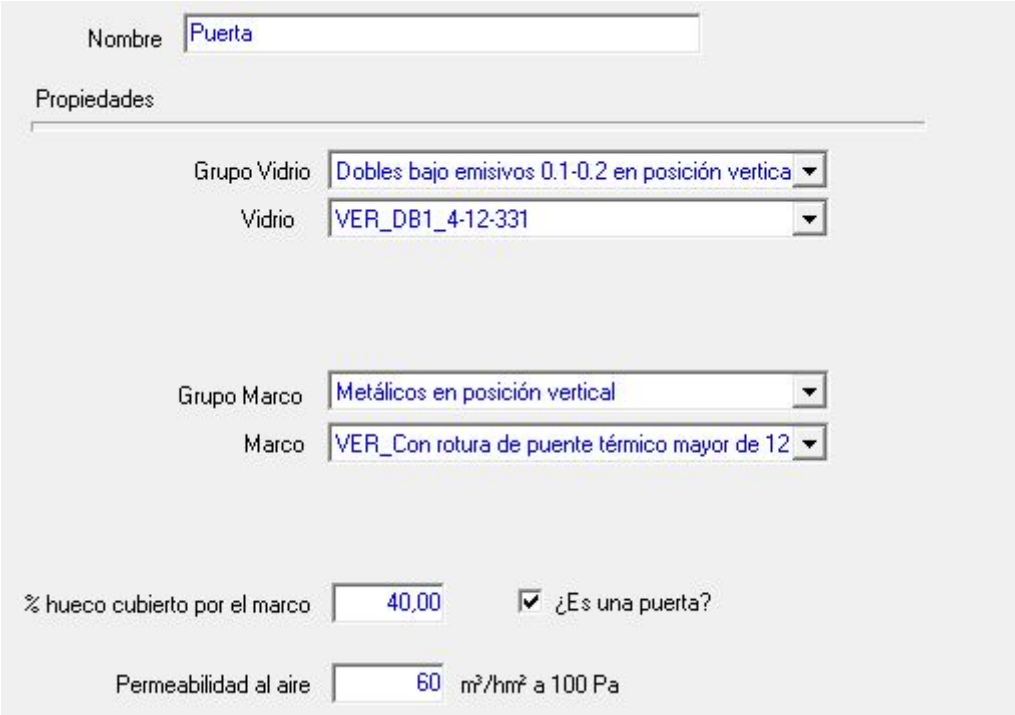


Imagen 3.2.1.3.3 Puerta

3.3.1.4 Cerramientos predeterminados.

- **Cerramientos y particiones interiores predeterminados**

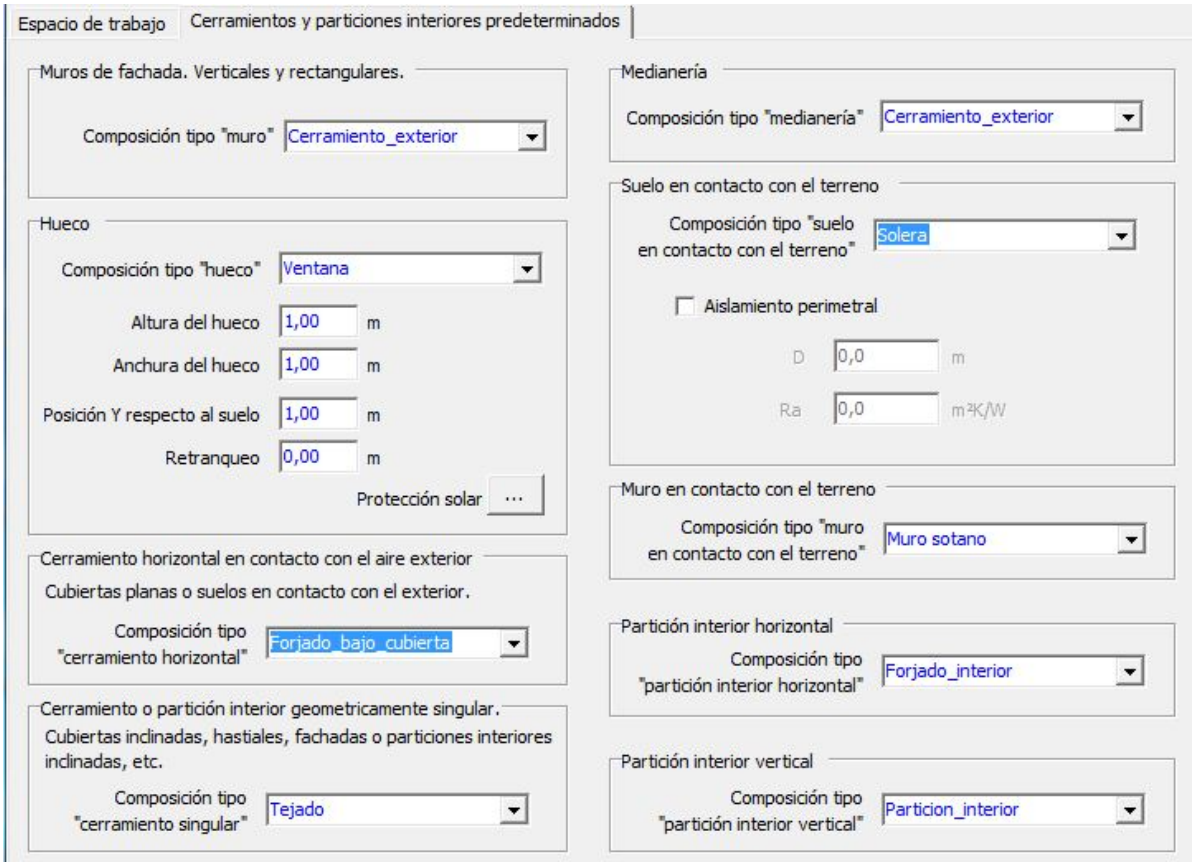


Imagen 3.3.1.4 Cerramientos y particiones interiores predeterminadas

3.3.1.5 Geometría del edificio.

El paso siguiente es “dibujar” la geometría del edificio planta a planta, teniendo en cuenta en cada una de ellas sus características propias.

Este paso es lo mismo que para el anexo II es mas no tendríamos ni que crearlo pues nos serviría el del edificio inicial a no ser que se modificaran los espacios del edificio

Imagen 3.3.1.5.1 propiedades de la planta

Nombre: el programa nombra las plantas en orden de creación P01, P02, P03…

Planta anterior: indicaremos al programa cual es la planta anterior a esta.

Multiplicador: si tenemos varias plantas iguales podemos crearlas directamente.

Altura de los espacios (m): introduciremos la altura de la planta.

Cota (m): se refiere a la distancia de la planta al terreno.

Igual a planta: si queremos que nos haga el mismo contorno automáticamente que el de otra planta.

Aceptar Espacio anteriores: cuando queramos que nos dibuje los mismos espacios que la planta anterior.

Crear espacio igual a la planta: cuando sólo tenemos un espacio que coincide con la superficie de la plata.

Una vez creada la planta, se debe dibujar su contorno. Se tienen tres opciones, importar los planos como archivo DXF e ir dando los puntos sobre los vértices, dibujarlos dando las coordenadas de los vértices o utilizar programas de

ayuda para crear estos puntos, a partir de programas como DXFaCTE. En este caso se ha elegido la última opción para crear las plantas.

Cuando se tiene el contorno listo se debe dibujar sobre este, el contorno de los diferentes espacios de la misma forma que se realizó el de la planta. Los espacios se clasifican en dos tipos:

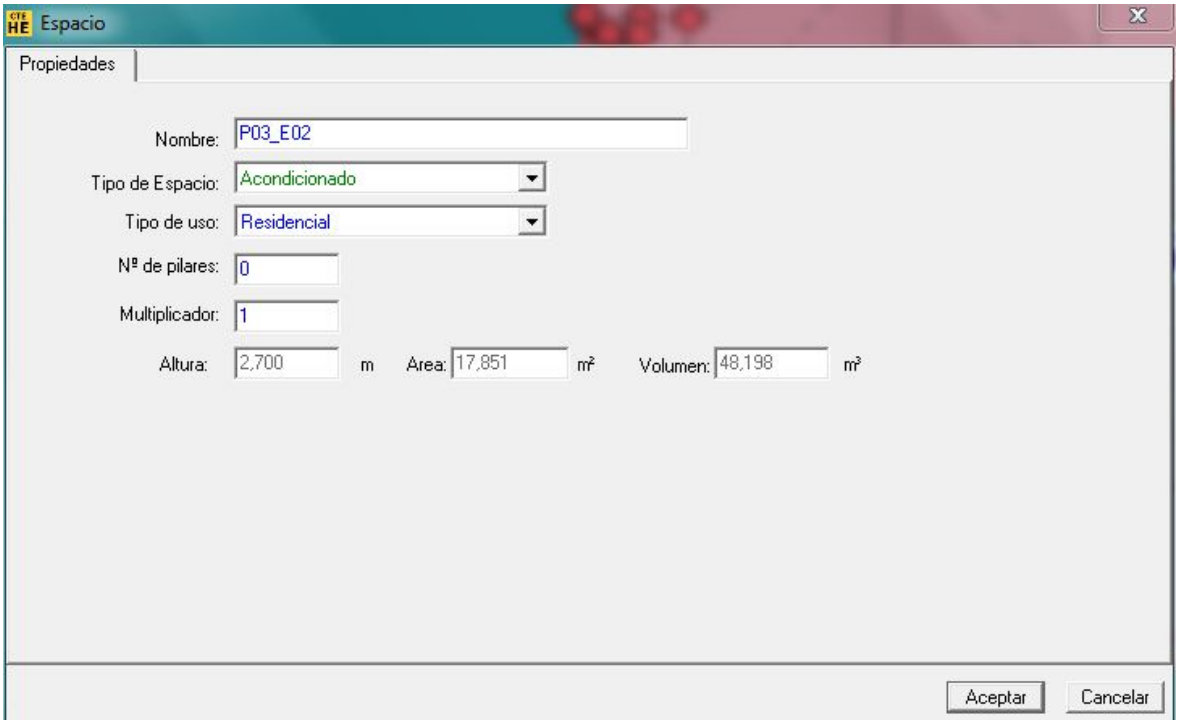


Imagen 3.3.1.5.2 Espacio

<u>*Acondicionado*</u>: sala de estar, comedor, habitaciones.

<u>*No habitable*</u>: No tiene demanda garaje despensa etc.

En caso particular, se debe crear la planta y contorno, y antes de realizar ningún tipo de espacio, se debe realizar con "*líneas auxiliares 2D*" el contorno de espacios como se ha realizado el bajo cubierta en este trabajo. Con esta operación se logra crear los muros y posteriormente la cubierta.

Al finalizar los espacios deberemos crear el forjado y levantar muros, puesto que en "Opciones-Construcción" se han elegido los materiales más habituales.

Por último, se situarán las ventanas en cada uno de los muros, teniendo en cuenta sus dimensiones de altura y anchura, así como la separación de estas al suelo y a la arista de la fachada. Si no son las ventanas tipo que se han introducido, se

deben cambiar a continuación al tipo de ventana que le corresponda. Deberemos cambiar solo aquellos que no coincidan con estos.

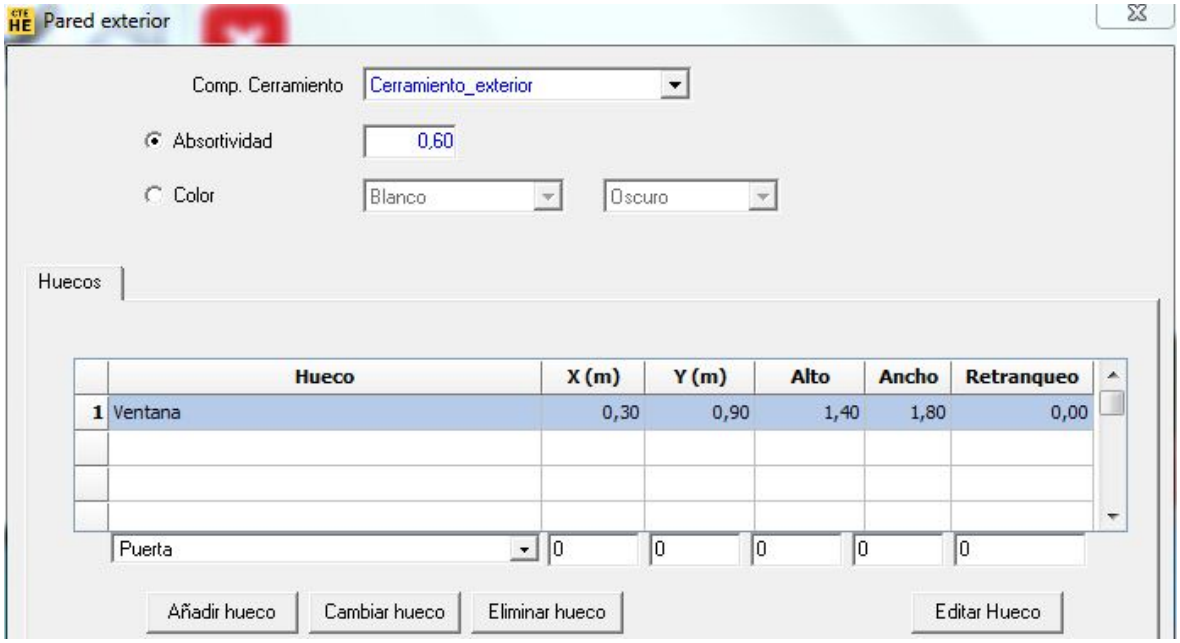


Imagen 3.3.1.5.3 Colocación ventana

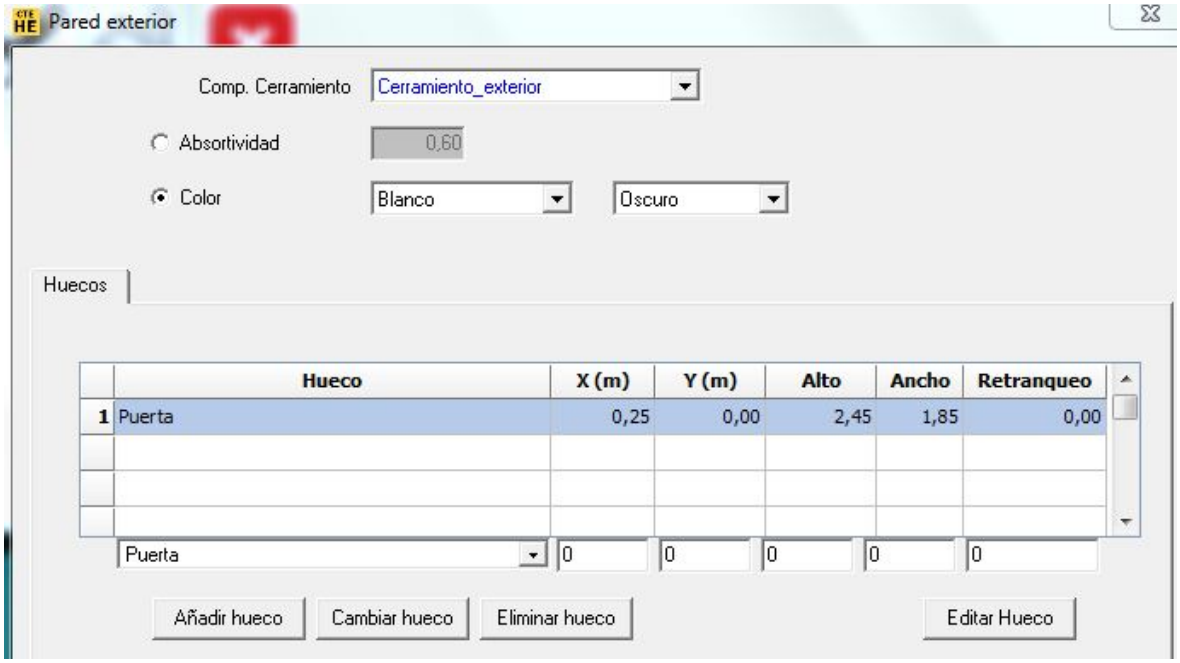


Imagen 3.3.1.5.4 Colocación puerta

- **SÓTANO BODEGA:**

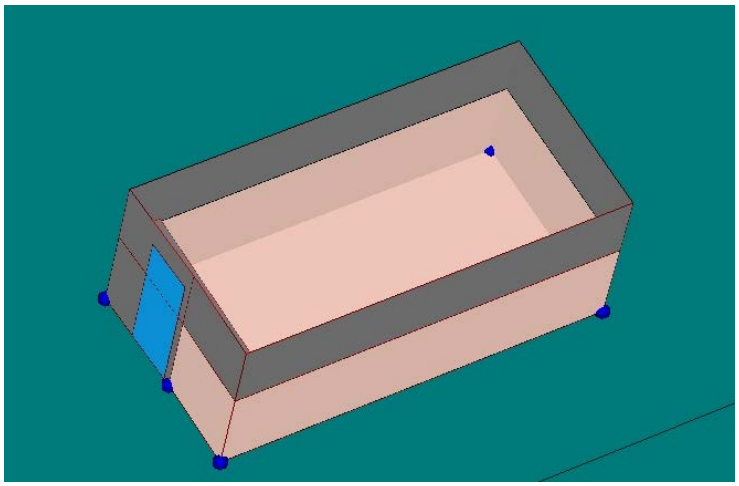


Imagen3.3.1.5.5. Sótano bodega

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P01_E01	BODEGA	13,8

Tabla 3.3.1.5.1 datos bodega

- **GARAJE:**

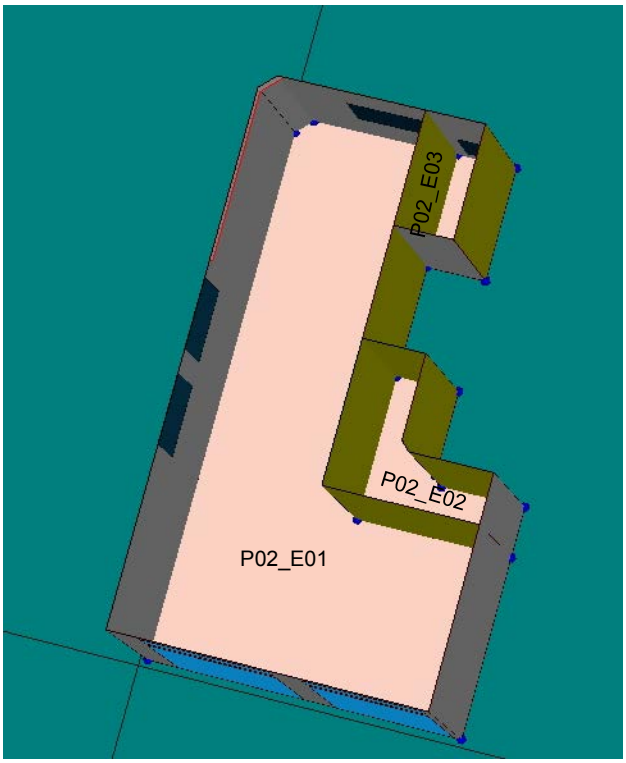


Imagen3.3.1.5.6. Garaje

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P02_E01	GARAGE	42,7
P02_E02	ESCALERA	5
P02_E03	INSTALACIONES	2,5

Tabla 3.3.1.5.2 Datos garaje

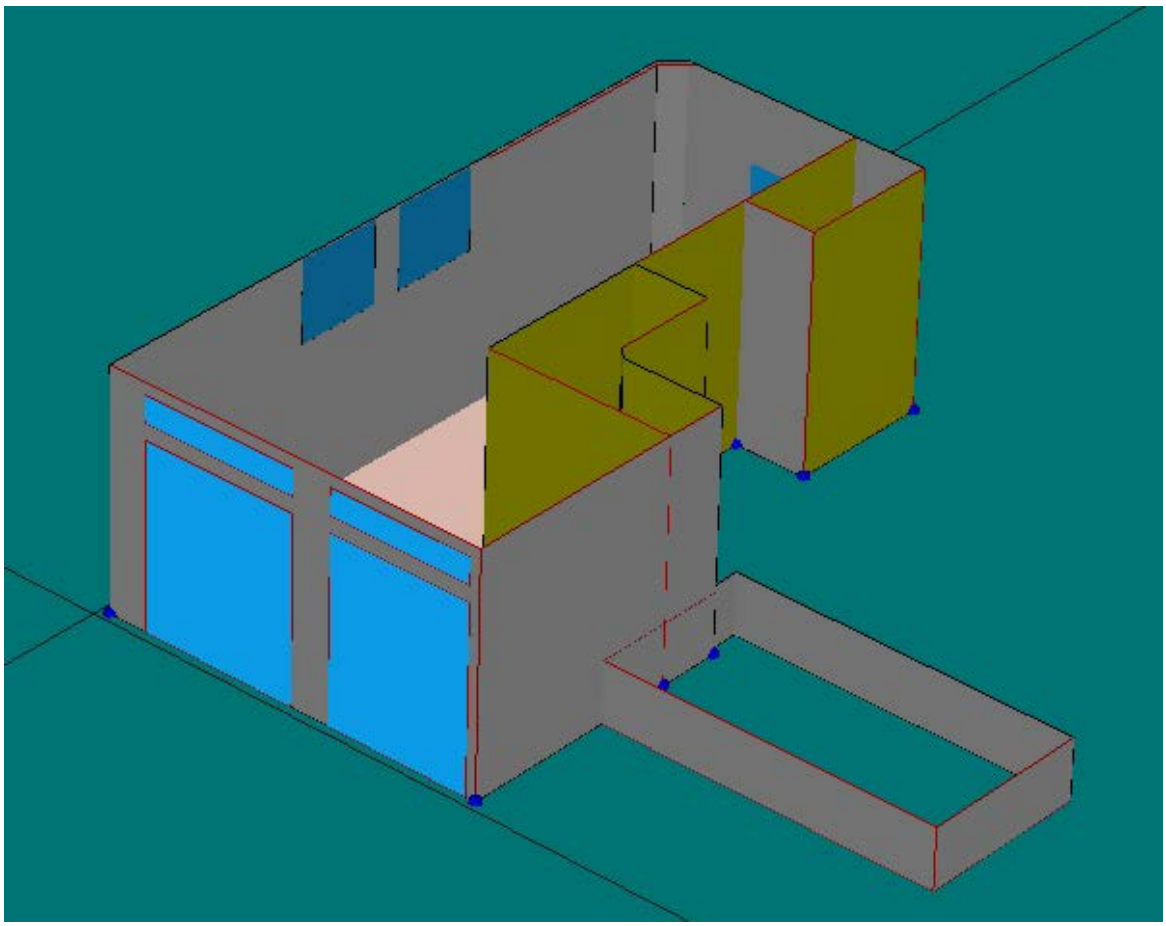


Imagen3.3.1.5.7. P01, P02

- **PLANTA BAJA:**

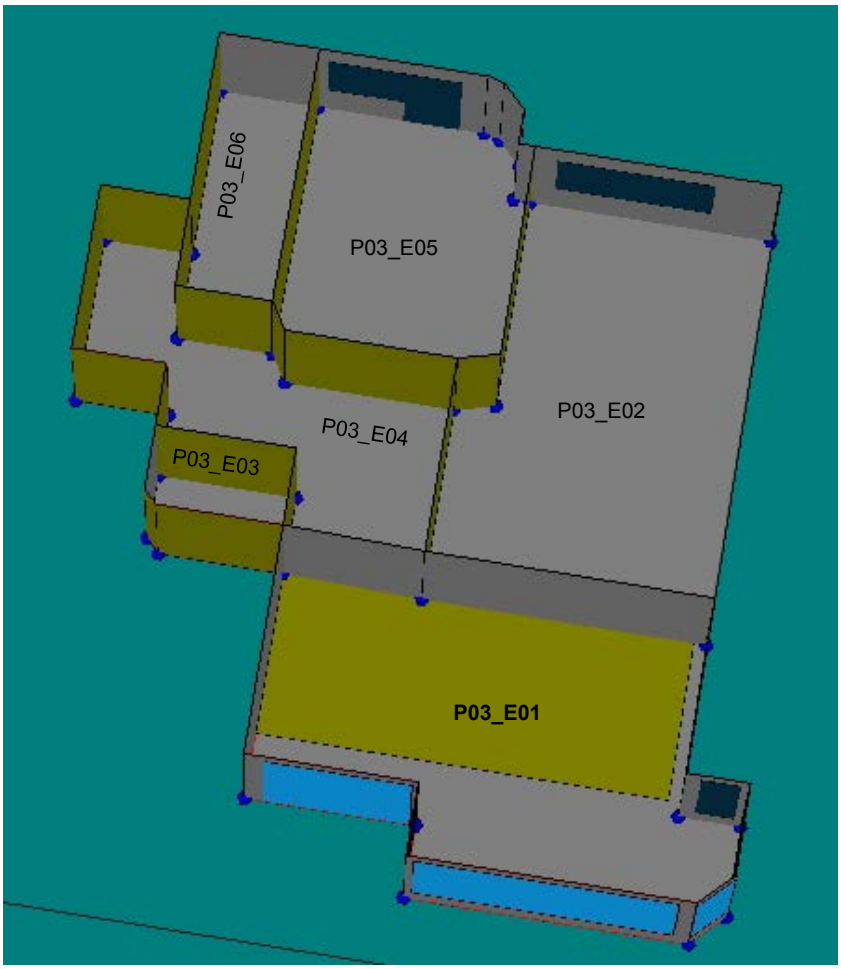


Imagen3.3.1.5.8. Planta baja

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P03_E01	HALL	19,7
P03_E02	COMEDOR	17,9
P03_E03	BAÑO	1,7
P03_E04	DISTRIBUIDOR	9,8
P03_E05	COCINA	10,2
P03_E06	ESCALERA	4,1

Tabla 3.3.1.5.3. datos planta baja

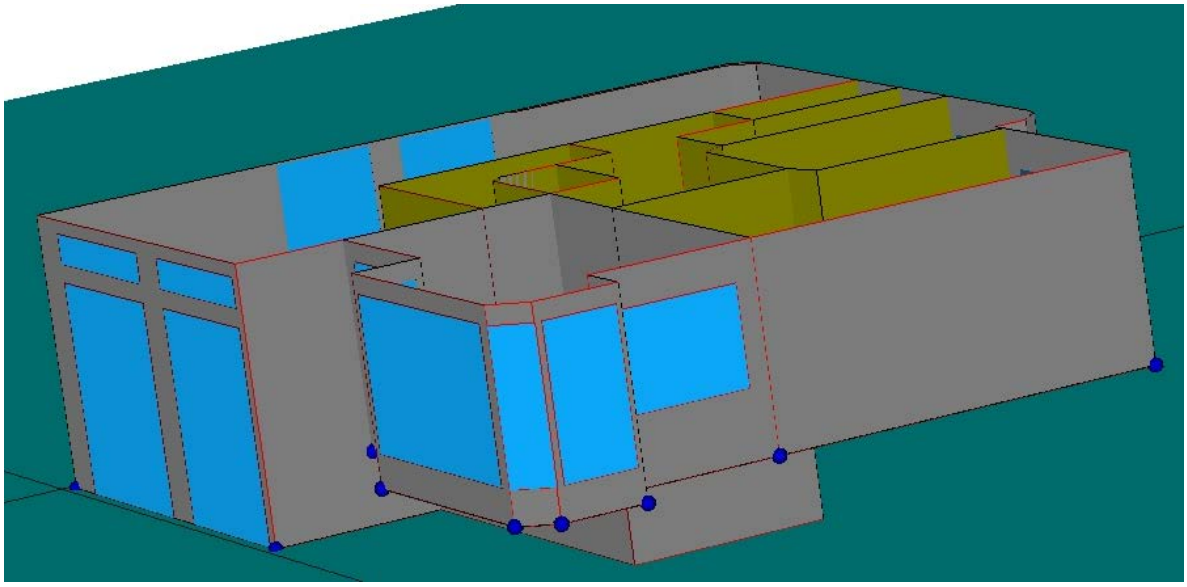


Imagen3.3.1.5.9. P01, P02, P03

- **PRIMERA PLANTA:**

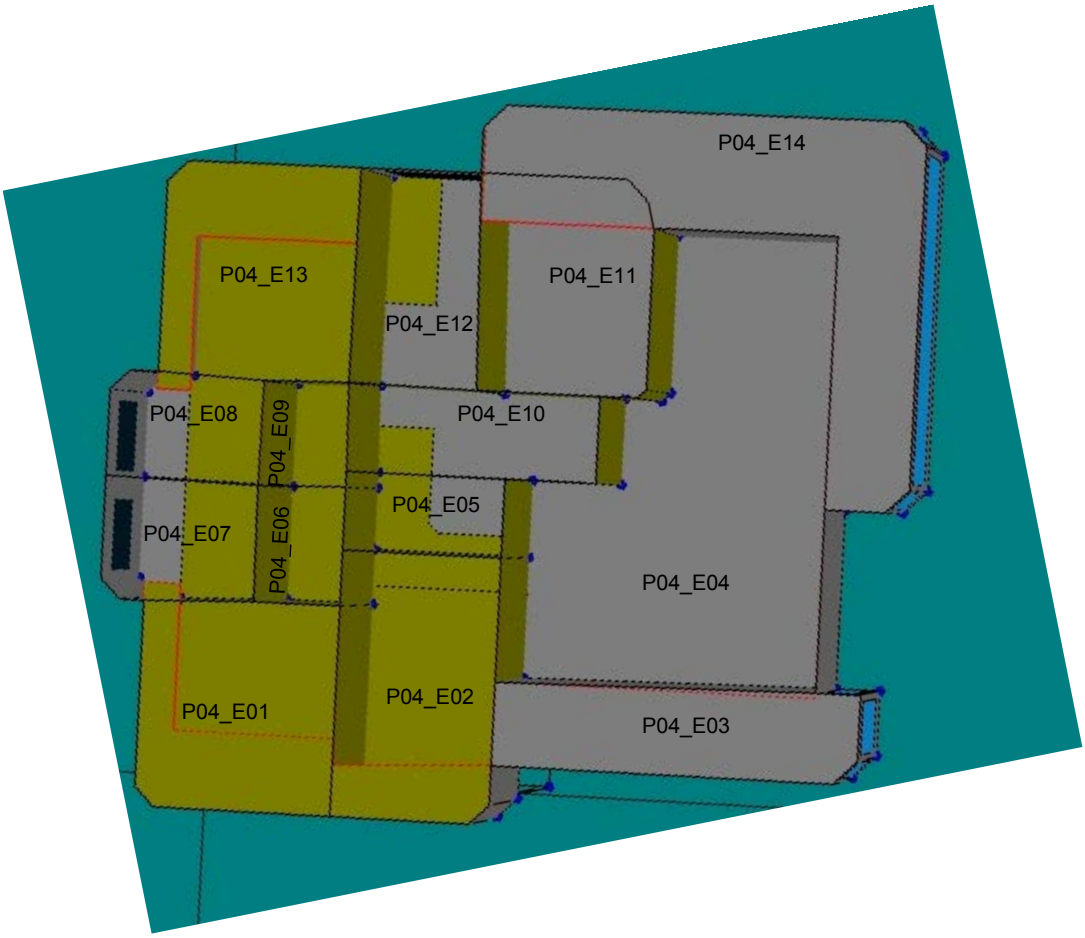


Imagen3.3.1.5.10. Primera planta

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P04_E01	HABITACION	11,8
P04_E02	HABITACION	12
P04_E03	GALERIA	8,9
P04_E04	SALON COMEDOR	32,5
P04_E05	PASILLO	3,5
P04_E06	PASILLO	2,9
P04_E07	BAÑO	5,2
P04_E08	BAÑO	4,6
P04_E09	PASILLO	2,6
P04_E10	PASILLO	6,2
P04_E11	COCINA	10,4
P04_E12	ESCALERA	7,6
P04_E13	HABITACION	11,8
P04_E14	GALERIA	18,4

Tabla 3.3.1.5.4 Datos primera planta

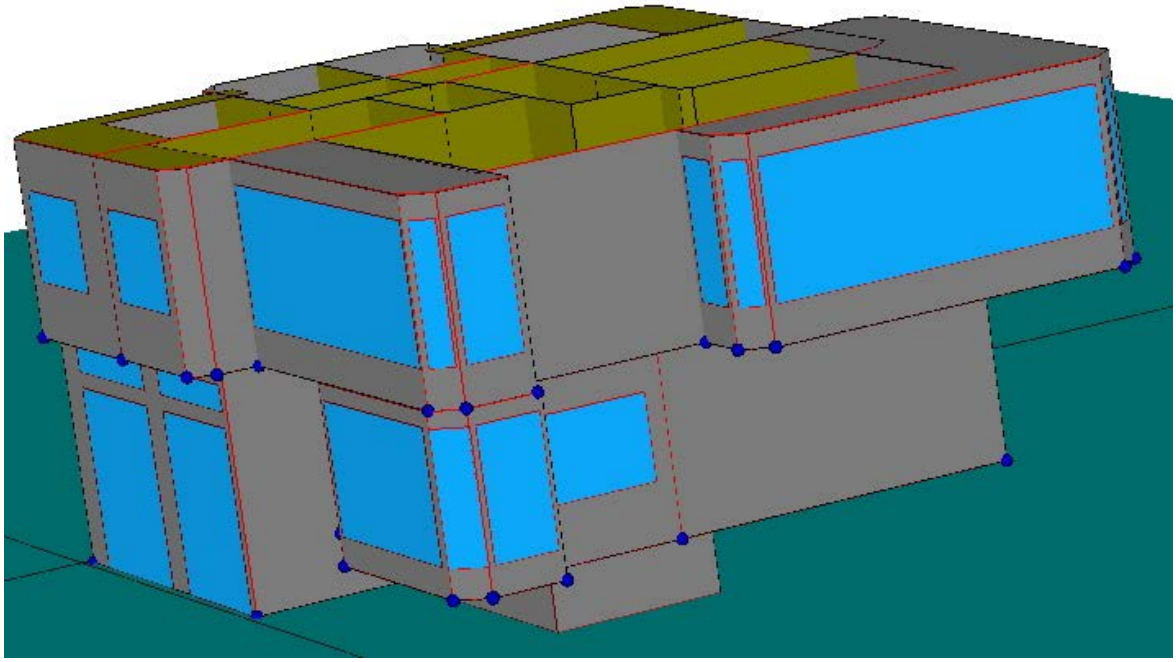


Imagen3.3.1.5.11. P01, P02, P03, P04

- **BAJO CUBIERTA:**

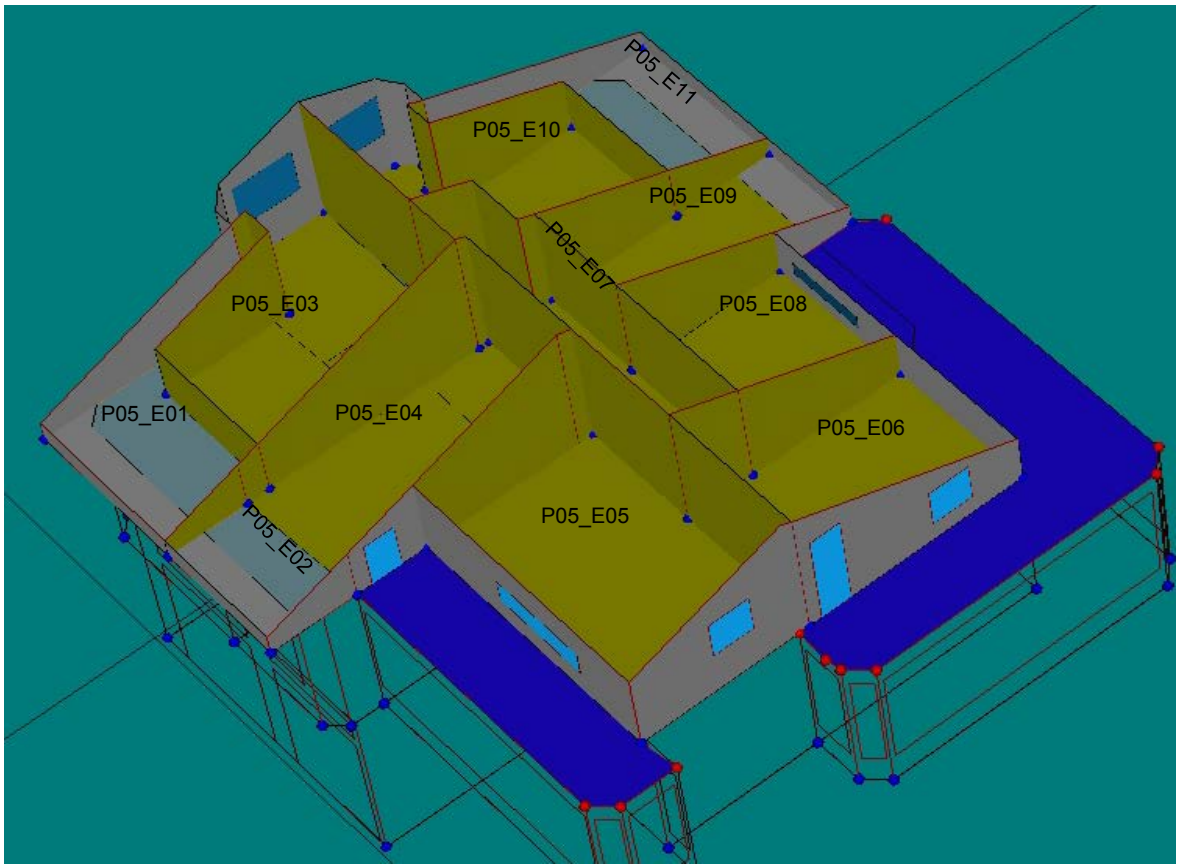


Imagen3.3.1.5.12. Bajo cubierta

Espacios (hulc)	tipo local	superficie (m^2)
P05_E01	NO HABITABLE	8,2
P05_E02	NO HABITABLE	4,4
P05_E03	HABITACION	14,2
P05_E04	COCINA	13
P05_E05	SALON	18
P05_E06	HABITACION	12,9
P05_E07	PASILLO	8
P05_E08	BAÑO	9,2
P05_E09	ESCALERA	9,5
P05_E10	HABITACION	12
P05_E11	NO HABITABLE	14,2

Tabla 3.3.1.5.5 Datos bajo cubierta

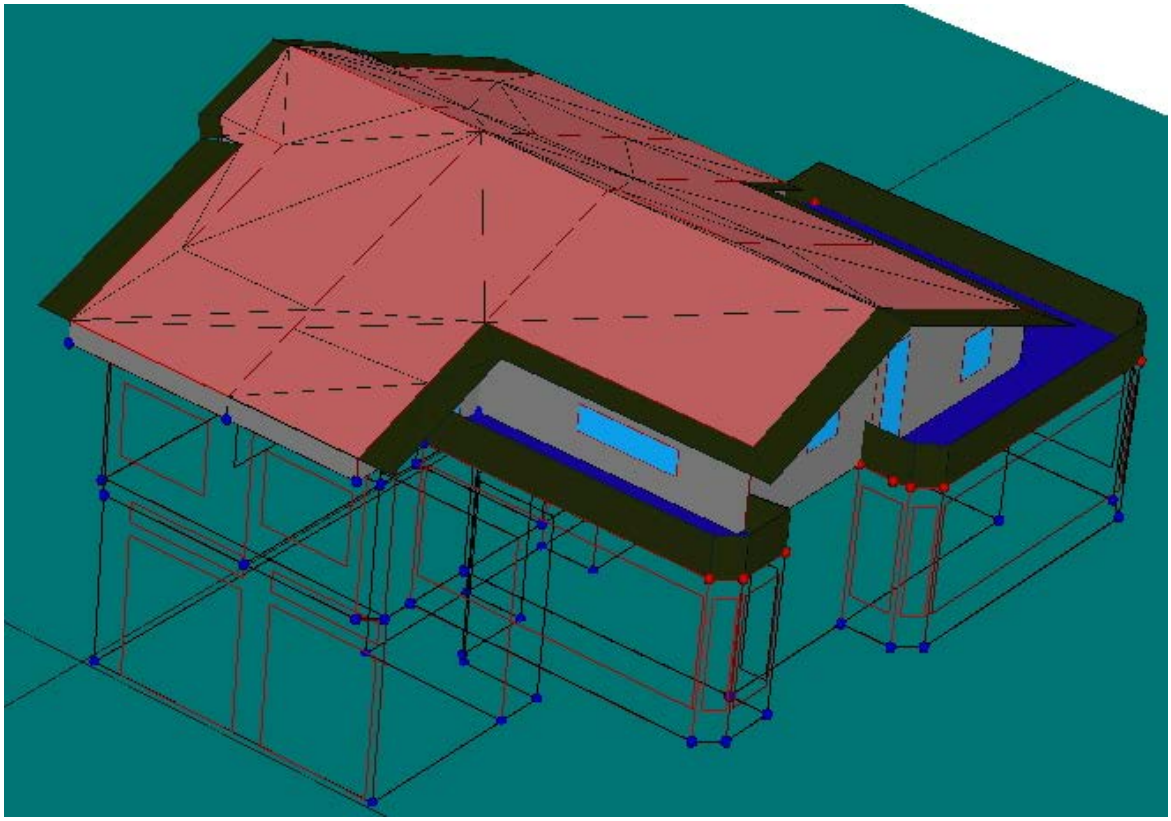


Imagen3.3.1.5.13. Tejado y terrazas

En la Imagen3.3.1.5.14 se muestran las líneas auxiliares para la creación de los espacios de la parte del edificio bajo cubierta, así como los elementos de sombra muros terraza y aleros del edificio

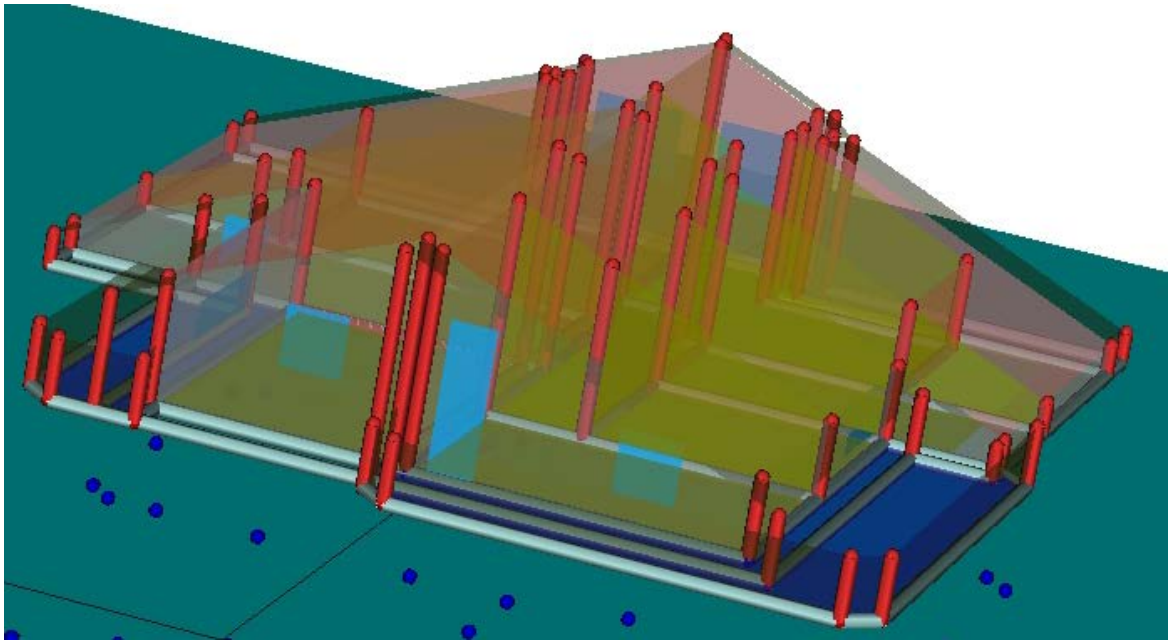


Imagen3.3.1.5.14. Líneas auxiliares

Las alturas de las plantas son las siguientes:

planta	P01	P02	P03	P04	P05
Altura(m)	2,15	3,63	2,7	3,07	1,5 (valor medio)

Tabla 3.3.1.5.6 Altura plantas

3.3.1.6 Cumplimiento HE1.

Según el código técnico de la edificación en el apartado 1 del HE1.

Dice esta Sección es de aplicación en:

b) intervenciones en edificios existentes:

• Reforma: cualquier trabajo u obra en un edificio existente distinto del que se lleve a cabo para el exclusivo mantenimiento del edificio;

Por lo que al realizar las obras de reforma en la envolvente del edificio, así como en sus instalaciones debemos cumplir lo establecido en el CTE

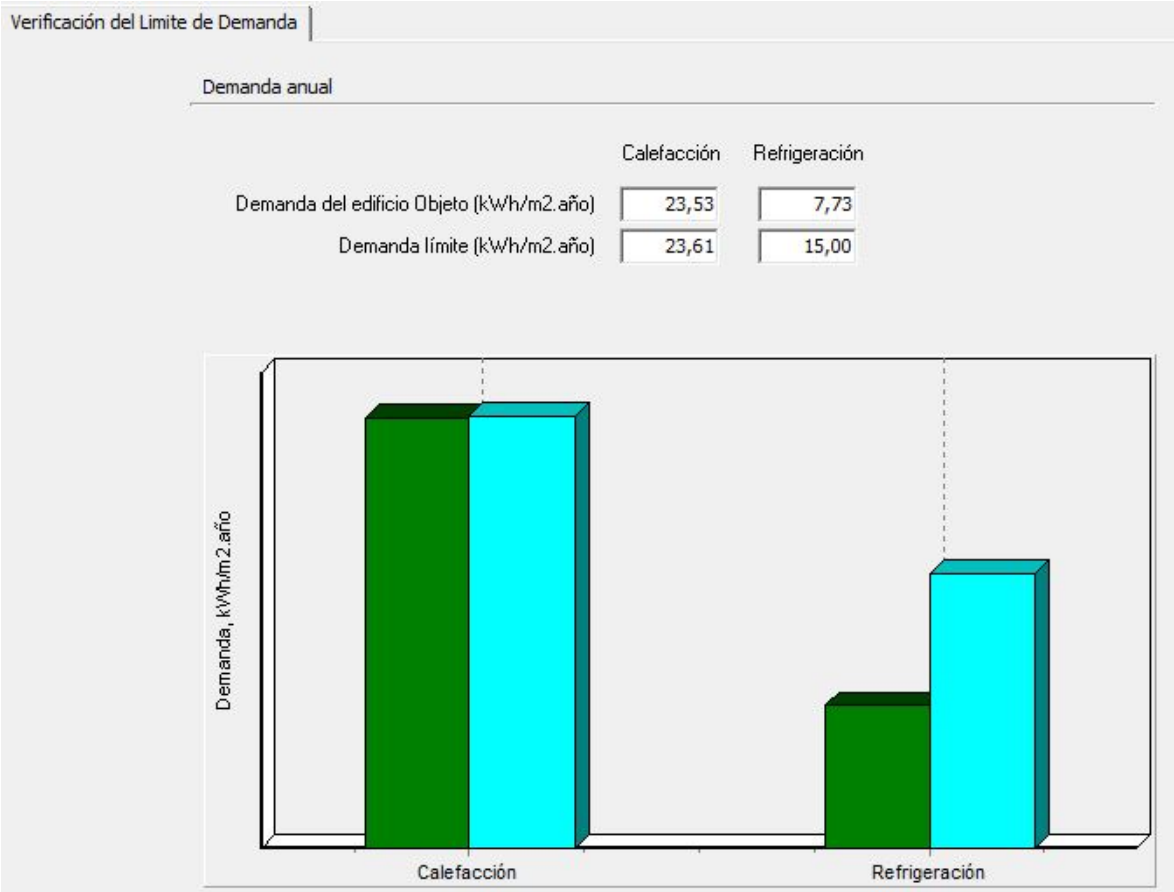


Imagen3.3.1.6.1. verificación HE1 mediante HULC

Como se puede observar en la imagen 3.3.1.6.1 cumple lo establecido en el DB-HE1 con las mejoras tanto del aislamiento como de la carpintería metálica.

3.3.1.7. Sistemas energéticos instalados en el edificio.

Para mejorar la instalación de calefacción se sustituirá la antigua caldera por una de biomasa, para esto barajamos dos opciones, una caldera de pellet multicombustible modelo GH-B224 imagen 3.3.1.7.1 y otra de leña de llama invertida modelo GH G-BLACK 42Kw. Imagen 3.3.1.7.2.

Imagen 3.3.1.7.1 Caldera GH-B224.

Imagen 3.3.1.7.2 Caldera GH G-BLACK 42Kw llama invertida.

Los cálculos de esta instalación se realizan con más detalle en el anexo IV.

A parte de la sustitución de la caldera, se redimensiono la colocación de los radiadores adaptándola a la nueva envolvente térmica, con lo que hemos conseguido disminuir el número de elementos de los radiadores existentes según figura en la tabla 3.3.17.1

modelo	Numero elementos inicial	Numero elementos final	Elementos sobrantes
N61-2D	212	168	44
DUBA 46-3D	20	15	5
N46-4	40	36	4

Tabla 3.3.1.7.1 variación en el número de módulos

- Se procede a añadir esta información al HULC

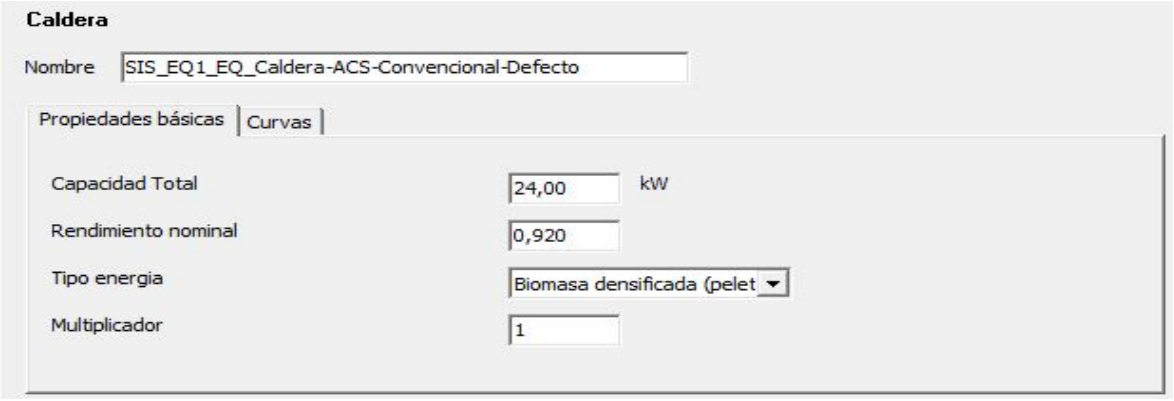


Imagen3.3.1.7.3. Caldera leña

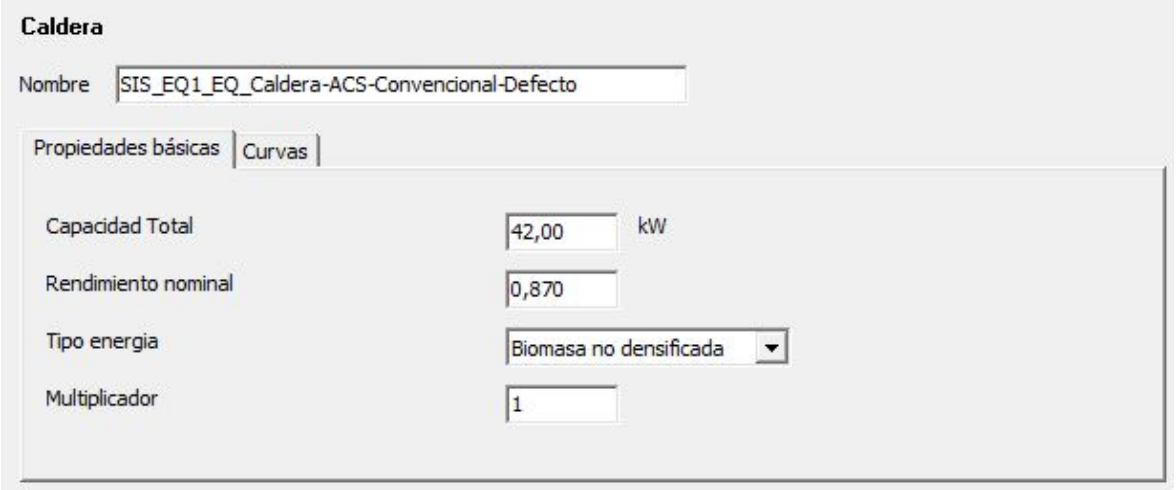


Imagen3.3.1.7.4. Caldera pellet.

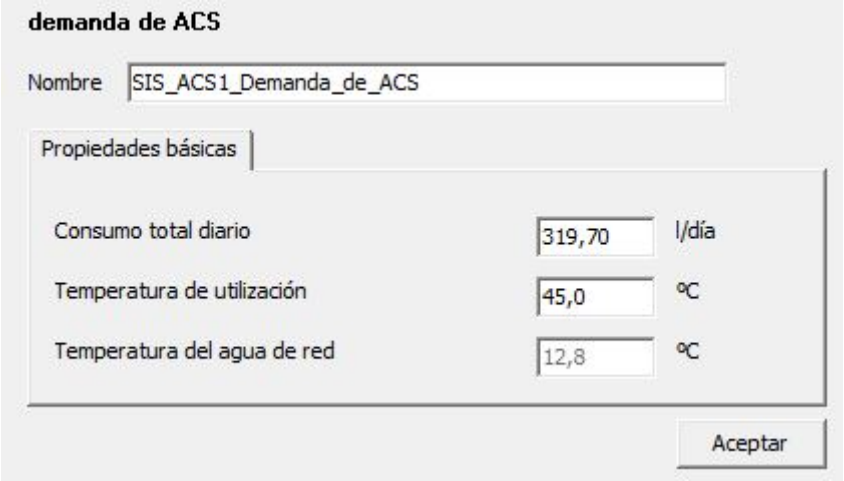


Imagen3.3.1.7.5. Demanda ACS

Para el cálculo de los litros/día nos basamos en el CTE DB-HE4 que establece un consumo de 28 l/día por persona a 60ºC por lo tanto considerando 8 personas tendremos un consumo diario de 224 l/día

Para mejorar el consumo de ACS se instalaran paneles solares térmicos del fabricante THERMOSLATE, el único captador solar térmico en pizarra natural del mercado que permite generar energía para climatización y agua caliente sanitaria. Esto nos permite hacer una buena integración en la cubierta.DB

Imagen3.3.1.7.5. colector solar térmico THERMOSLATE

Para lo cual consideraremos una temperatura para el ACS de 45ºC que realizando los cálculos según el DB-HE4 nos da un consumo en litros de 319,7 litros diarios. Todos estos cálculos se realizaran en el anexo V

A continuación, se añaden las unidades terminales en este caso radiadores de hierro fundido de la marca roca a los que se les asignara el espacio donde se encuentran ubicados añadiremos los nuevos valores así como los nuevos espacios con calefacción

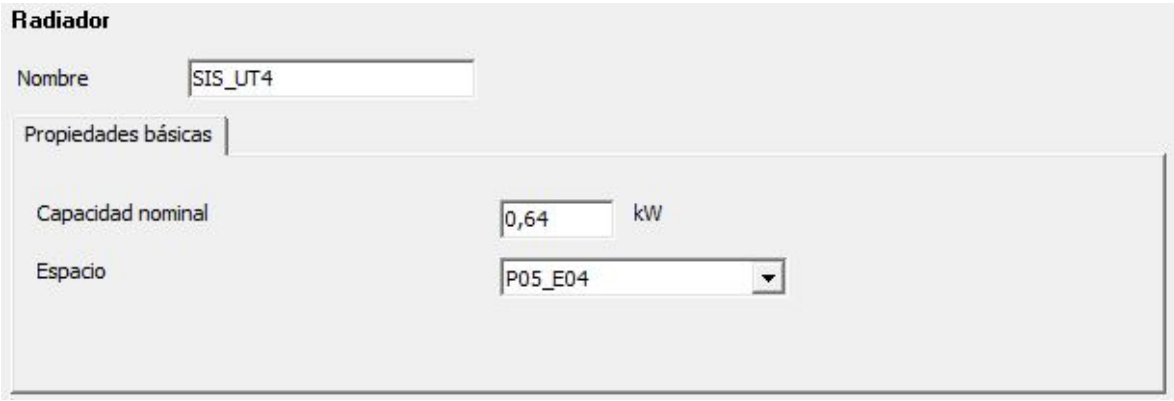


Imagen3.2.1.7.6. Asignación de la potencia calorífica del radiador según espacio.

Radiadores de hierro fundido
Datos por elemento

Modelos	Exponente "n"	Salto Térmico											
		30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
EPOCA 90	1,23	67	72	78	83	89	95	101	107	113	119	125	131
N33-4	1,25	20	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38	40
N46-4	1,26	28	30	33	35	38	40	43	46	48	51	54	57
N61-4	1,27	37	41	44	47	51	54	58	61	65	69	72	76
N80-4	1,28	51	56	60	64	69	74	78	83	88	92	97	102
N95-4	1,30	60	65	70	76	81	87	92	98	104	109	115	121
N46-2D	1,23	21	23	25	27	29	31	32	34	36	38	40	42
N61-2D	1,25	29	31	34	36	39	41	44	47	49	52	55	58
N80-2D	1,26	37	40	43	46	49	53	56	59	63	66	70	73
46-3D	1,29	30	32	35	37	40	43	46	48	51	54	57	60
61-3D	1,25	40	43	46	50	53	57	60	64	67	71	75	79
80-3D	1,23	49	53	58	62	66	70	75	79	83	88	93	97
95-3D	1,28	58	62	68	73	78	83	88	94	99	105	111	116
N80-4D	1,27	60	65	70	75	81	86	92	97	103	108	114	120
N95-4D	1,31	70	76	83	89	95	102	109	116	123	130	137	144

Imagen3.2.1.7.7. Datos por elemento según tipo de radiador y salto termico.

Los modelos existentes en la vivienda son el N46-2D, N61-2D y el 46-3D

A continuación, se añade una tabla la nueva posición en cada espacio y su potencia considerando un salto térmico de 50ºC

espacios	tipo local	consumo con mejoras	numero elementos	elementos	consumo	modelo
P01_E01	BODEGA	0		0		
P02_E01	GARAGE	0		0		
P02_E02	ESCALERA	0		0		
P02_E03	INSTALACIONES	0		0		
P03_E01	HALL	965,3	14,57	15,00	993,75	DUBA 46-3D
P03_E02	COMEDOR	877,1	13,72	15,00	959,10	N61-2D
P03_E03	BAÑO	83,3	1,30	3,00	191,82	N61-2D
P03_E04	DISTRIBUIDOR	480,2	7,51	8,00	511,52	N61-2D
P03_E05	COCINA	499,8	7,82	8,00	511,52	N61-2D
P03_E06	ESCALERA	0	0,00	0,00	0,00	
P04_E01	HABITACION	578,2	9,04	10,00	639,40	N61-2D
P04_E02	HABITACION	588	9,20	10,00	639,40	N61-2D
P04_E03	GALERIA	0	0,00	0,00	0,00	
P04_E04	SALON COMEDOR	1592,5	34,26	36,00	1673,28	N46-4
P04_E05	PASILLO	171,5	2,68	4,00	255,76	N61-2D
P04_E06	PASILLO	142,1	2,22	3,00	191,82	N61-2D
P04_E07	BAÑO	254,8	3,98	5,00	319,70	N61-2D
P04_E08	BAÑO	225,4	3,53	5,00	319,70	N61-2D
P04_E09	PASILLO	127,4	1,99	4,00	255,76	N61-2D
P04_E10	PASILLO	303,8	4,75	5,00	319,70	N61-2D
P04_E11	COCINA	509,6	7,97	8,00	511,52	N61-2D
P04_E12	ESCALERA	0	0,00	0,00	0,00	
P04_E13	HABITACION	578,2	9,04	10,00	639,40	N61-2D
P04_E14	GALERIA	0	0,00	0,00	0,00	
P05_E01	NO HABITABLE	0	0,00	0,00	0,00	
P05_E02	NO HABITABLE	0	0,00	0,00	0,00	
P05_E03	HABITACION	695,8	10,88	11,00	703,34	N61-2D
P05_E04	COCINA	637	9,96	10,00	639,40	N61-2D
P05_E05	SALON	882	13,79	14,00	895,16	N61-2D
P05_E06	HABITACION	632,1	9,89	10,00	639,40	N61-2D
P05_E07	PASILLO	392	6,13	7,00	447,58	N61-2D
P05_E08	BAÑO	450,8	7,05	8,00	511,52	N61-2D
P05_E09	ESCALERA	0	0,00	0,00	0,00	
P05_E10	HABITACION	588	9,20	10,00	639,40	N61-2D
P05_E11	NO HABITABLE	0	0,00	0,00	0,00	
TOTAL		12254,9		168	13408,95	

Tabla 3.3.1.7.2

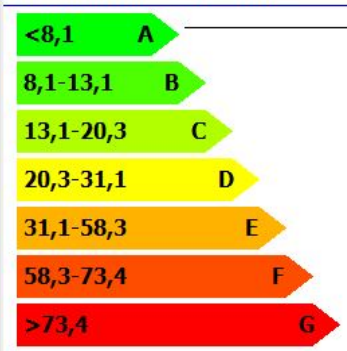
3.3.1.8. Calcular consumos y calificar y cumplimiento del HE0.

Después de meter en el Hulc todas las instalaciones y sus consumos se procede a su cálculo y calificación dando los resultados que figuran en las siguientes imágenes

Gráfico | Resultados

Certificación Energética de Edificios
Indicador kgCO2/m² año

Edificio
Objeto



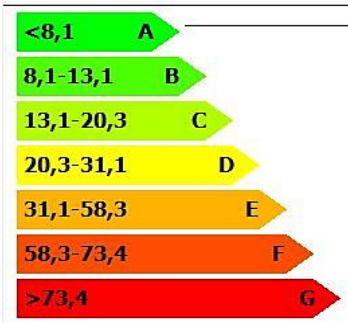
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	B	23,5	6515,2
Demanda refrigeración	G	7,7	2139,8
	Clase	**kWh/m²**	**kWh/año**
Consumo energía primaria no renovable calefacción	A	5,8	1617,0
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	G	7,6	2090,7
Consumo energía primaria no renovable ACS	A	1,6	432,5
Consumo energía primariano renovable totales	A	15,0	4140,2
	Clase	**kgCO2/m² año**	**kgCO2/año**
Emisiones CO2 calefacción	A	1,2	342,4
Emisiones CO2 refrigeración	G	1,3	354,2
Emisiones CO2 ACS	A	0,3	91,6
Emisiones CO2 totales	A	2,9	788,2

Imagen3.3.1.8.1.grafico de demandas consumos y emisiones caldera de leña

Resultados de demandas, consumos y emisiones

Gráfico | Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m² año	Edificio Objeto



	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	B	23,5	6515,2
Demanda refrigeración	G	7,7	2139,8
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	A	5,8	1617,0
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	G	7,6	2090,7
Consumo energía primaria no renovable ACS	A	1,6	432,5
Consumo energía primariano renovable totales	A	15,0	4140,2
	Clase	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	A	1,2	342,4
Emisiones CO2 refrigeración	G	1,3	354,2
Emisiones CO2 ACS	A	0,3	91,6
Emisiones CO2 totales	A	2,9	788,2

Imagen3.3.1.8.2.grafico de demandas consumos y emisiones caldera de pellet.

Gráfico Resultados

	Edificio Objeto	
Demandas	**kWh/m2 año**	**kWh/año**
Calefacción	23,5	6515,2
Refrigeración	7,7	2139,8

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Final	**kWh/m² año**	**kWh/año**
Calefacción	25,5	7053,9
Refrigeración	3,9	1069,9
ACS	18,4	5088,6
Global	47,7	13212,4

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Primaria No Renovable	**kWh/m² año**	**kWh/año**
Calefacción	5,8	1617,0
Refrigeración	7,6	2090,7
ACS	1,6	432,5
Global	15,0	4140,2

	Edificio Objeto	
Emisiones	**kgCO2/m² año**	**kgCO2/año**
Calefacción	1,2	342,4
Refrigeración	1,3	354,2
ACS	0,3	91,6
Global	2,9	788,2

Imagen3.3.1.8.3. resultados de demandas consumos y emisiones caldera leña

Gráfico Resultados

	Edificio Objeto	
Demandas	**kWh/m2 año**	**kWh/año**
Calefacción	23,5	6515,2
Refrigeración	7,7	2139,8

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Final	**kWh/m² año**	**kWh/año**
Calefacción	25,5	7053,9
Refrigeración	3,9	1069,9
ACS	18,4	5088,6
Global	47,7	13212,4

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Primaria No Renovable	**kWh/m² año**	**kWh/año**
Calefacción	5,8	1617,0
Refrigeración	7,6	2090,7
ACS	1,6	432,5
Global	15,0	4140,2

	Edificio Objeto	
Emisiones	**kgCO2/m² año**	**kgCO2/año**
Calefacción	1,2	342,4
Refrigeración	1,3	354,2
ACS	0,3	91,6
Global	2,9	788,2

Imagen3.3.1.8.4. resultados de demandas consumos y emisiones caldera pellet

Como se puede observar los valores son muy similares o casi iguales

- Cumplimiento HE0

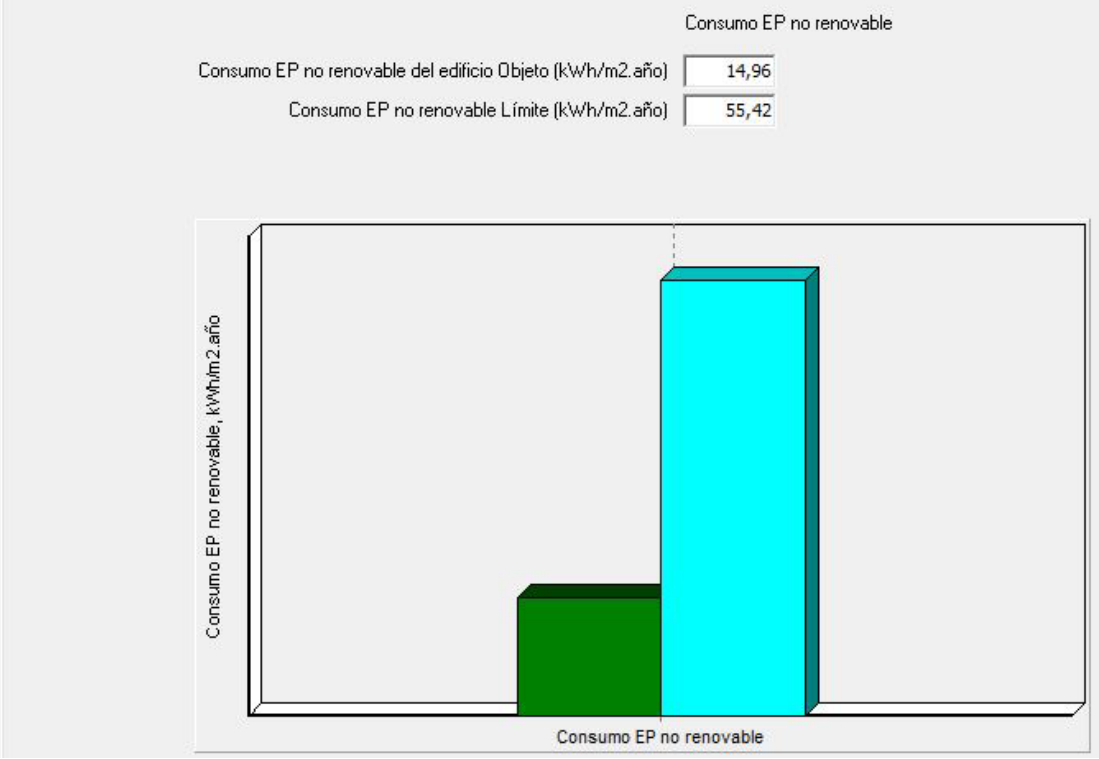


Imagen3.3.1.8.5. Cumplimiento HE0 caldera de leña

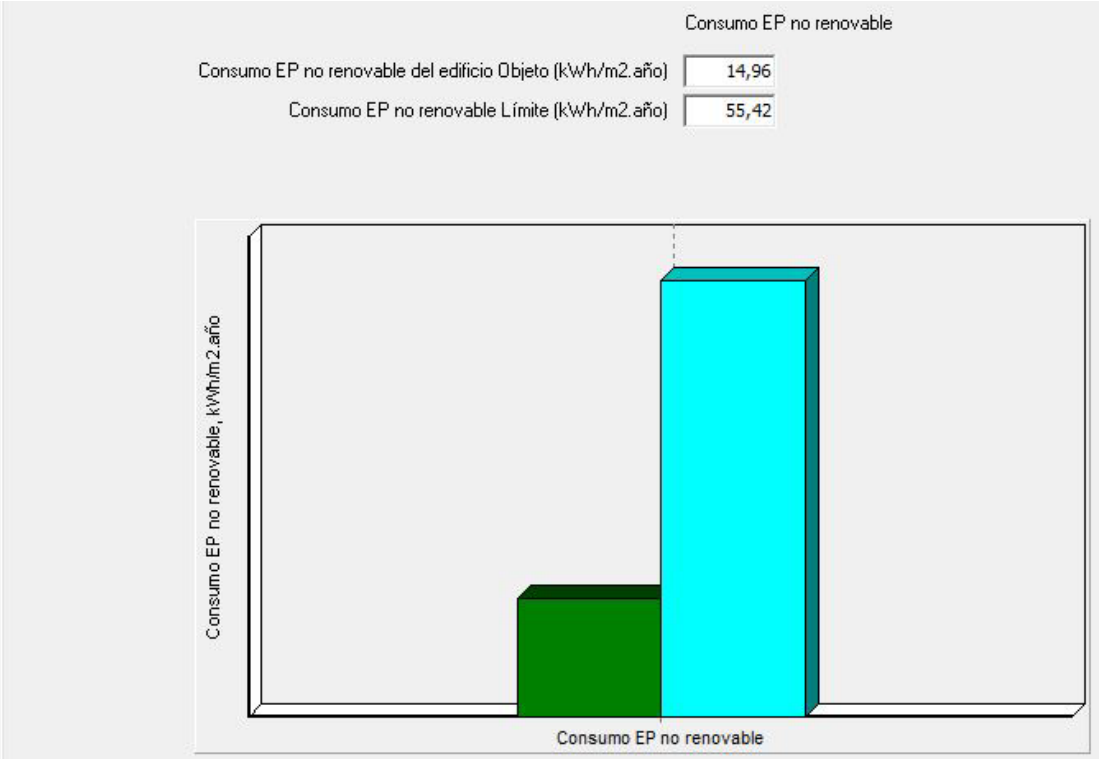


Imagen3.3.1.8.6. Cumplimiento HE0 caldera de pellet

Como se puede observar en la imagen 3.3.1.8.6 y 3.3.1.8.5 cumplen el DB-HE0, dando los mismos valores

3.3.1.9. Verificación y certificación de la vivienda.

A continuación, se adjuntan los documentos con los resultados del Hulc el primero con la VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1.

Y el segundo con el CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS para el caso de caldera de leña

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	casa souto		
Dirección	C/souto 102cc SN - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1960 - 1979
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda	☐ Terciario
☒ Unifamiliar	☐ Edificio completo
☐ Bloque	☐ Local
☐ Bloque completo	
☐ Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CELESTINO_JUAN LOPEZ MONTERO	**NIF/NIE**	CIF
Razón social	Razón Social	**NIF**	-
Domicilio	SOUTO_102CC - - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	-	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-INGENIERO DE GRADO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	23,53	kWh/m²año	$D_{cal,lim}$	23,61	kWh/m²año	Sí cumple
D_{ref}	7,73	kWh/m²año	$D_{ref,lim}$	15,00	kWh/m²año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	12,97	kWh/m²año	$C_{ep,lim}$	55,42	kWh/m²año	Sí cumple

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 03/09/2017

Firma del técnico verificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno

Página 1 de 3

Imagen3.3.1.9.1. verificación página 1

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	276,84

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cerramiento_exterior	Fachada	108,61	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,70	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	105,53	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,55	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	50,79	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,90	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	80,65	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	6,61	0,16	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,53	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	3,18	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,45	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	1,48	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	63,98	0,23	Usuario
Solera	Fachada	176,23	0,25	Usuario
Tejado	Cubierta	6,02	0,22	Usuario
Tejado	Cubierta	116,39	0,22	Usuario
Tejado	Cubierta	4,44	0,22	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	2,54	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	2,44	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	20,18	2,48	0,46	Usuario	Usuario

Fecha 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno

Página 2 de 3

Imagen3.3.1.9.2. verificación página 2

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	1,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	27,34	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	18,42	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	2,88	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	25,44	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	11,76	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	1,43	0,72	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	42,00	88,00	BiomasaOtros	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	88,00	GasNatural	PorDefecto

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	42,00	84,00	BiomasaOtros	Usuario

Fecha 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 3 de 3

Imagen3.3.1.9.3. verificación página 3

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	casa souto		
Dirección	C/souto 102cc SN - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1960 - 1979
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda	☐ Terciario
☒ Unifamiliar	☐ Edificio completo
☐ Bloque	☐ Local
☐ Bloque completo	
☐ Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CELESTINO_JUAN LOPEZ MONTERO	**NIF/NIE**	CIF
Razón social	Razón Social	**NIF**	-
Domicilio	SOUTO_102CC - - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	-	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-INGENIERO DE GRADO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²•año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²•año)	
<35.80 A	12,97 A	<8.10 A	2,89 A
35.80-58.1 B		8.10-13.10 B	
58.10-90.00 C		13.10-20.30 C	
90.00-138.40 D		20.30-31.10 D	
138.40-254.10 E		31.10-58.30 E	
254.10-305.00 F		58.30-73.40 F	
=>305.00 G		=>73.40 G	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 03/09/2017

Firma del técnico certificador:

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha de generación del documento 03/09/2017
Ref. Catastral ninguno Página 1 de 7

Imagen3.3.1.9.4. Certificado página 1

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	276,84

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cerramiento_exterior	Fachada	108,61	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,70	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	105,53	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,55	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	50,79	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,90	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	80,65	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	6,61	0,16	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,53	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	3,18	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,45	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	1,48	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	63,98	0,23	Usuario
Solera	Fachada	176,23	0,25	Usuario
Tejado	Cubierta	6,02	0,22	Usuario
Tejado	Cubierta	116,39	0,22	Usuario
Tejado	Cubierta	4,44	0,22	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	2,54	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	2,44	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	20,18	2,48	0,46	Usuario	Usuario

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 2 de 7

Imagen3.3.1.9.5. Certificado página 2

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	1,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	27,34	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	18,42	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	2,88	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	25,44	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	11,76	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	1,43	0,72	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	42,00	88,00	BiomasaOtros	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	88,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		**42,00**			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		**0,00**			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60º C (litros/día)	319,70

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	42,00	84,00	BiomasaOtros	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 3 de 7

Imagen3.3.1.9.6. Certificado página 3

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
Caldera de biomasa	86,95	0,00	100,00	100,00
TOTALES	**86,95**	**0,00**	**100,00**	**100,00**

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	**0**

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 4 de 7

Imagen3.3.1.9.7. Certificado página 4

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	CertificacionVerificacionNuevo

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.10 A 8.10-13.10 B 13.10-20.30 C 20.30-31.10 D 31.10-58.30 E 58.30-73.40 F =>73.40 G	2,89 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción ($kgCO_2/m^2$ año)	A	*Emisiones ACS ($kgCO_2/m^2$ año)*	A
		1,26		0,35	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales ($kgCO_2/m^2$ año)[1]		*Emisiones refrigeración ($kgCO_2/m^2$ año)*	G	*Emisiones iluminación ($kgCO_2/m^2$ año)*	-
		1,28		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	$kgCO_2/m^2$.año	$kgCO_2$/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	1,28	354,15
Emisiones CO2 por combustibles fósiles	1,61	445,60

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<35.80 A 35.80-58.1 B 58.10-90.00 C 90.00-138.40 D 138.40-254.10 E 254.10-305.00 F =>305.00 G	12,97 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m^2año)	A	*Energía primaria no renovable ACS (kWh/m^2año)*	A
		4,75		0,66	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m^2año)[1]		*Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m^2año)*	G	*Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m^2año)*	-
		7,55		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	23,53 B	A B C D E F G	
Demanda de calefacción (kWh/m^2año)		*Demanda de refrigeración (kWh/m^2año)*	

[1]El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc…). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 5 de 7

Imagen3.3.1.9.8. Certificado página 5

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²•año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²•año)	
<35.80 A 35.80-58.1 B 58.10-90.00 C 90.00-138.40 D 138.40-254.10 E 254.10-305.00 F =>305.00 G		<8.10 A 8.10-13.10 B 13.10-20.30 C 20.30-31.10 D 31.10-58.30 E 58.30-73.40 F =>73.40 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m²•año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m²•año)	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G		A B C D E F G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m²•año)										
Consumo Energía final (kWh/m²•año)										
Emisiones de CO_2 ($kgCO_2/m^2$•año)										
Demanda (kWh/m²•año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 6 de 7

Imagen3.3.1.9.9. Certificado página 6

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	17/08/17

Fecha de generación del documento 03/09/2017
Ref. Catastral ninguno Página 7 de 7

Imagen3.3.1.9.10. Certificado página 7

A continuación, se adjuntan los documentos con los resultados del Hulc el primero con la VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1.

Y el segundo con el CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS para el caso de caldera de pellet

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	casa souto		
Dirección	C/souto 102cc SN - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1960 - 1979
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda	☐ Terciario
☒ Unifamiliar	☐ Edificio completo
☐ Bloque	☐ Local
☐ Bloque completo	
☐ Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CELESTINO_JUAN LOPEZ MONTERO	**NIF/NIE**	CIF
Razón social	Razón Social	**NIF**	-
Domicilio	SOUTO_102CC - - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	-	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-INGENIERO DE GRADO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	23,53	kWh/m²año	$D_{cal,lim}$	23,61	kWh/m²año	Sí cumple
D_{ref}	7,73	kWh/m²año	$D_{ref,lim}$	15,00	kWh/m²año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	14,96	kWh/m²año	$C_{ep,lim}$	55,42	kWh/m²año	Sí cumple

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 03/09/2017

Firma del técnico verificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno

Página 1 de 3

Imagen3.3.1.9.11. verificación página 1

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	276,84

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cerramiento_exterior	Fachada	108,61	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,70	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	105,53	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,55	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	50,79	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,90	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	80,65	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	6,61	0,16	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,53	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	3,18	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,45	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	1,48	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	63,98	0,23	Usuario
Solera	Fachada	176,23	0,25	Usuario
Tejado	Cubierta	6,02	0,22	Usuario
Tejado	Cubierta	116,39	0,22	Usuario
Tejado	Cubierta	4,44	0,22	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	2,54	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	2,44	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	20,18	2,48	0,46	Usuario	Usuario

Fecha 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno

Página 2 de 3

Imagen3.3.1.9.12. verificación página 2

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	1,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	27,34	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	18,42	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	2,88	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	25,44	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	11,76	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	1,43	0,72	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	24,00	92,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	92,00	GasNatural	PorDefecto

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	24,00	89,00	BiomasaPellet	Usuario

Fecha 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 3 de 3

Imagen3.3.1.9.13. verificación página 3

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	casa souto		
Dirección	C/souto 102cc SN - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1960 - 1979
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda	☐ Terciario
☒ Unifamiliar	☐ Edificio completo
☐ Bloque	☐ Local
☐ Bloque completo	
☐ Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CELESTINO_JUAN LOPEZ MONTERO	**NIF/NIE**	CIF
Razón social	Razón Social	**NIF**	-
Domicilio	SOUTO_102CC - - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	-	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-INGENIERO DE GRADO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²•año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²•año)	
<35.80 A	14,96 A	<8.10 A	2,86 A
35.80-58.1 B		8.10-13.10 B	
58.10-90.00 C		13.10-20.30 C	
90.00-138.40 D		20.30-31.10 D	
138.40-254.10 E		31.10-58.30 E	
254.10-305.00 F		58.30-73.40 F	
=>305.00 G		=>73.40 G	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 03/09/2017

Firma del técnico certificador:

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha de generación del documento 03/09/2017
Ref. Catastral ninguno Página 1 de 7

Imagen3.3.1.9.14. Certificado página 1

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	276,84

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cerramiento_exterior	Fachada	108,61	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,70	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	105,53	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,55	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	50,79	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	3,90	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	80,65	0,16	Usuario
Cerramiento_exterior	Fachada	6,61	0,16	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,53	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	3,18	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	6,45	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	1,48	0,23	Usuario
Muro sotano	Suelo	63,98	0,23	Usuario
Solera	Fachada	176,23	0,25	Usuario
Tejado	Cubierta	6,02	0,22	Usuario
Tejado	Cubierta	116,39	0,22	Usuario
Tejado	Cubierta	4,44	0,22	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	2,54	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	2,44	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	20,18	2,48	0,46	Usuario	Usuario

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 2 de 7

Imagen3.3.1.9.15. Certificado página 2

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	1,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	27,34	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	18,42	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	2,88	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	25,44	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	11,76	1,43	0,72	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	0,63	1,43	0,72	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	24,00	92,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	92,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		**24,00**			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		**0,00**			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60º C (litros/día)	319,70

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	24,00	89,00	BiomasaPellet	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 3 de 7

Imagen3.3.1.9.16. Certificado página 3

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
Caldera de biomasa	86,95	0,00	100,00	100,00
TOTALES	**86,95**	**0,00**	**100,00**	**100,00**

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	**0**

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 4 de 7

Imagen3.3.1.9.17. Certificado página 4

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	CertificacionVerificacionNuevo

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.10 A 8.10-13.10 B 13.10-20.30 C 20.30-31.10 D 31.10-58.30 E 58.30-73.40 F =>73.40 G	2,86 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción ($kgCO_2/m^2$ año)	A	*Emisiones ACS ($kgCO_2/m^2$ año)*	A
		1,24		0,33	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales ($kgCO_2/m^2$ año)[1]		*Emisiones refrigeración ($kgCO_2/m^2$ año)*	G	*Emisiones iluminación ($kgCO_2/m^2$ año)*	-
		1,28		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	$kgCO_2/m^2$.año	$kgCO_2$/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	1,28	354,15
Emisiones CO2 por combustibles fósiles	1,57	434,01

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<35.80 A 35.80-58.1 B 58.10-90.00 C 90.00-138.40 D 138.40-254.10 E 254.10-305.00 F =>305.00 G	14,96 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m^2año)	A	*Energía primaria no renovable ACS (kWh/m^2año)*	A
		5,84		1,56	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m^2año)[1]		*Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m^2año)*	G	*Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m^2año)*	-
		7,55		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	23,53 B	A B C D E F G	
Demanda de calefacción (kWh/m^2año)		*Demanda de refrigeración (kWh/m^2año)*	

[1]El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc…). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 5 de 7

Imagen3.3.1.9.18. Certificado página 5

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²•año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²•año)	
<35.80 A 35.80-58.1 B 58.10-90.00 C 90.00-138.40 D 138.40-254.10 E 254.10-305.00 F =>305.00 G		<8.10 A 8.10-13.10 B 13.10-20.30 C 20.30-31.10 D 31.10-58.30 E 58.30-73.40 F =>73.40 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m²•año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m²•año)	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G		A B C D E F G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m²•año)										
Consumo Energía final (kWh/m²•año)										
Emisiones de CO_2 ($kgCO_2/m^2$•año)										
Demanda (kWh/m²•año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 6 de 7

Imagen3.3.1.9.19. Certificado página 6

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	17/08/17

Fecha de generación del documento 03/09/2017

Ref. Catastral ninguno Página 7 de 7

Imagen3.3.1.9.20. Certificado página 7

Como se puede ver en las imágenes anteriores, los resultados son muy parecidos para la caldera de pellet que para la de leña. A continuación se muestra una tabla con la letra para cada caso. Por lo tanto la instalación del tipo de caldera será a gusto del cliente.

Sin fotovoltaica	Consumo de energía primaria no renovable (KWh/m^2*año)	Emisiones de dióxido de carbono (KgCO2/m^2*año)
leña	12,97	2,89
pellet	14,96	2,85

Tabla 3.3.1.9.1Comparativa calderas de leña o pellet

- Certificado añadiendo paneles fotovoltaica

Introducimos el dato de la energía generada o auto consumida en HULC en nuestro caso 5566 KWh/año lo que se calculó en el anexo fotovoltaica.

Factores de paso de Energía Final

Energético	a Energía Primaria Total (kWhEP/kWhEF)	a Energía Primaria No Renovable (kWhEPNR/kWhEF)	a Emisiones de CO2 (kgCO2/kWhEF)
Electricidad	2,368	1,954	0,331
Gasoleo calefaccion / Fuel-oil	1,182	1,179	0,311
GLP	1,204	1,201	0,254
Gas Natural	1,195	1,190	0,252
Carbon	1,084	1,082	0,472
Biomasa no densificada	1,037	0,034	0,018
Biomasa densificada (pelets)	1,113	0,085	0,018

Energía eléctrica generada [kWh/año] 0

Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año] 5566,00

Imagen3.3.1.9.21. Potencia eléctrica generada y autoconsumida

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	casa souto		
Dirección	C/souto 102cc SN - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1960 - 1979
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda	☐ Terciario
☒ Unifamiliar	☐ Edificio completo
☐ Bloque	☐ Local
☐ Bloque completo	
☐ Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CELESTINO_JUAN LOPEZ MONTERO	**NIF/NIE**	CIF
Razón social	Razón Social	**NIF**	-
Domicilio	SOUTO_102CC - - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	-	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-INGENIERO DE GRADO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²•año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²•año)	
<35.80 A	-26,32 A	<8.10 A	-3,77 A
35.80-58.1 B		8.10-13.10 B	
58.10-90.00 C		13.10-20.30 C	
90.00-138.40 D		20.30-31.10 D	
138.40-254.10 E		31.10-58.30 E	
254.10-305.00 F		58.30-73.40 F	
=>305.00 G		=>73.40 G	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 03/09/2017

Firma del técnico certificador:

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha de generación del documento 03/09/2017
Ref. Catastral ninguno Página 1 de 7

Imagen3.3.1.9.22. certificación leña con fotovoltaica

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	casa souto		
Dirección	C/souto 102cc SN - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1960 - 1979
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda	☐ Terciario
☒ Unifamiliar	☐ Edificio completo
☐ Bloque	☐ Local
☐ Bloque completo	
☐ Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CELESTINO_JUAN LOPEZ MONTERO	**NIF/NIE**	CIF
Razón social	Razón Social	**NIF**	-
Domicilio	SOUTO_102CC - - - - - -		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	Coruña, A	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	-	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-INGENIERO DE GRADO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²•año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²•año)	
<35.80 A	-24,33 A	<8.10 A	-3,81 A
35.80-58.1 B		8.10-13.10 B	
58.10-90.00 C		13.10-20.30 C	
90.00-138.40 D		20.30-31.10 D	
138.40-254.10 E		31.10-58.30 E	
254.10-305.00 F		58.30-73.40 F	
=>305.00 G		=>73.40 G	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 03/09/2017

Firma del técnico certificador:

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha de generación del documento 03/09/2017
Ref. Catastral ninguno Página 1 de 7

Imagen3.3.1.9.23. certificación pellet con fotovoltaica

Con fotovoltaica	Consumo de energía primaria no renovable (KWh/m^2*año)	Emisiones de dióxido de carbono (KgCO2/m^2*año)
leña	-26,32	-3,77
pellet	-24,33	-3,81

Tabla 3.3.1.9.1Comparativa calderas de leña o pellet

Este valor negativo indica que estamos generando más energía de la que se consume as lo largo del año

3.3.2. Certificación mediante CE3X.

El procedimiento de certificación consiste en la obtención de la etiqueta de eficiencia energética, incluida en el documento de certificación generado automáticamente por la herramienta informática, que indica la calificación asignada al edificio dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

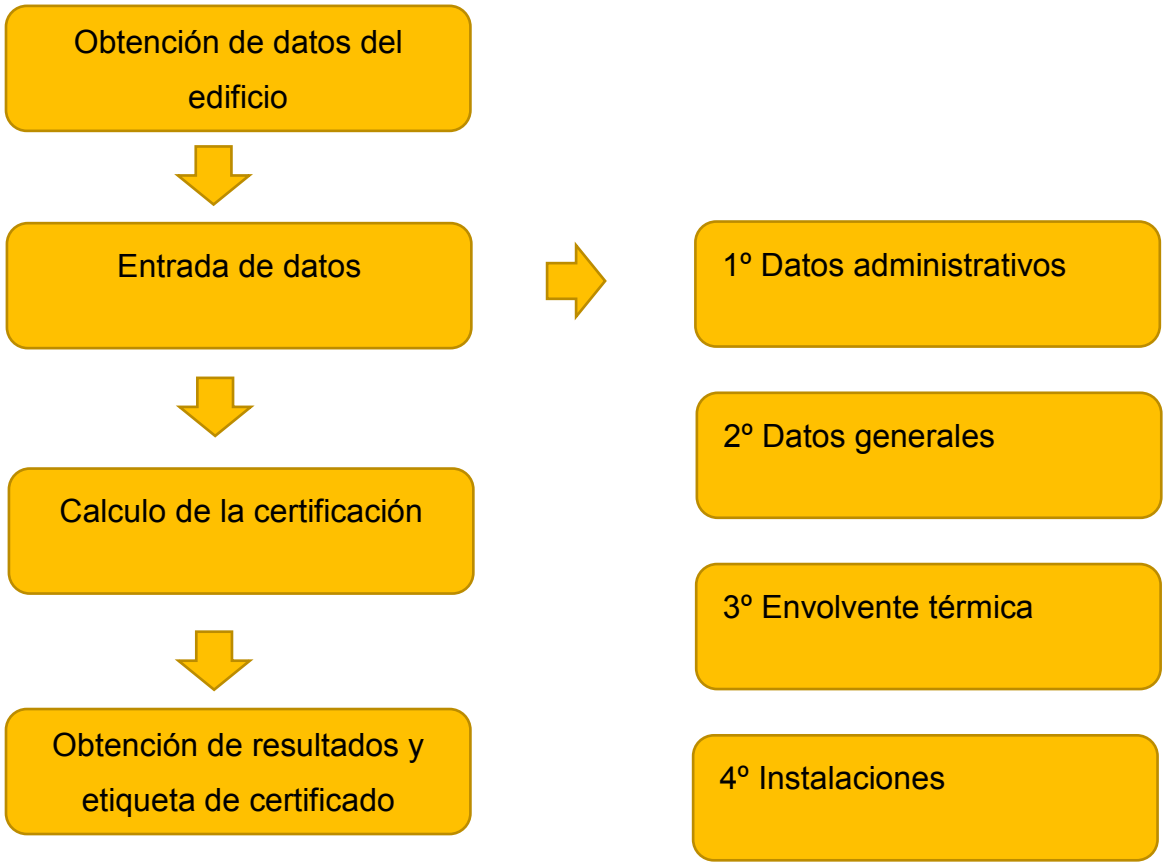
El programa CE3X se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una base de datos que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con HULC. La base de datos es lo suficientemente amplia para cubrir cualquier caso del parque edificatorio español. Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos.

De esta forma, el software busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto.

En diagrama de bloques siguiente. Estructura del procedimiento de certificación de CE3X., se puede observar un árbol que estructura el procedimiento de certificación con CE3X. Ilustra de una forma clara y sencilla cada uno de los pasos que se deben tener en cuenta para realizar el procedimiento de

certificación simplificado. Como se observa, es un procedimiento muy similar al que se ha seguido con HULC.

Estructura del procedimiento de certificación de CE3X



3.3.2.1. Datos administrativos.

En primer lugar, se deben introducir los datos administrativos del proyecto de certificación. Los datos que se requieren son los de la ubicación del edificio, los del certificador y los del cliente son los mismos que los del anexo II.

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio	vivienda souto				
Dirección	souto 102cc				
Provincia/Ciudad autónoma	A Coruña	Localidad	Ferrol	Código Postal	15405
Referencia Catastral	1212				

Datos del cliente

Nombre o razón social	celestino juan lopez montero				
Dirección	souto 102cc				
Provincia/Ciudad autónoma	A Coruña	Localidad	ferrol	Código Postal	15405
Teléfono	2323	E-mail	j		

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos	celestino juan lópez montero			NIF	232
Razón social	yo			CIF	232
Dirección	102cc				
Provincia/Ciudad autónoma	A Coruña	Localidad	ferrol	Código Postal	15405
Teléfono	6565	E-mail	jj		
Titulación habilitante según normativa vigente	ingeniero de grado				

imagen3.3.2.1.1.Datos administrativos

3.3.2.2. Definición general del edificio.

Se trata de aquellos datos generales que describen el inmueble a certificar y que son indispensables para la obtención de su calificación.

Superficie útil habitable: hace referencia a la superficie del edificio que se está certificando, es decir la total de las 3 plantas Está formada por la superficie en planta que se encuentra dentro de la envolvente térmica del edificio. En este caso asciende a 276,84 m^2.

Altura libre de planta: es necesaria la altura libre de planta a efectos de cálculo de las renovaciones/hora necesarias para la ventilación de los diferentes espacios. Se medirá dicha longitud de la cara superior del suelo a la cara inferior del falso techo. En aquellos casos en los que existan zonas con diferentes alturas libres se introducirá la altura media ponderada en función de su superficie. En este caso es de 2,70 m.

Número de plantas habitables: en esta caso 3

Consumo total diario de ACS (l/día): hace referencia al volumen de agua por tiempo que es necesaria para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

Ha sido estimada con ayuda de los valores del CTE (HE-4).

Este valor asciende a 224 l/día. Considerando 8 personas y un consumo diario de 28 l/día por persona a la temperatura de 60ºC

Masa de las particiones: necesaria para consideraciones de inercia térmica en las particiones interiores entre espacios habitables (no son parte de la envolvente térmica del edificio). Se seleccionará la masa media de las particiones interiores distinguiendo entre:

Masa ligera: particiones interiores de placa de yeso.

Masa media: ladrillo hueco.

Masa pesada: ladrillo macizo.

Con respecto al anexo II cambiamos los datos de ventilación y la demanda diaria de ACS

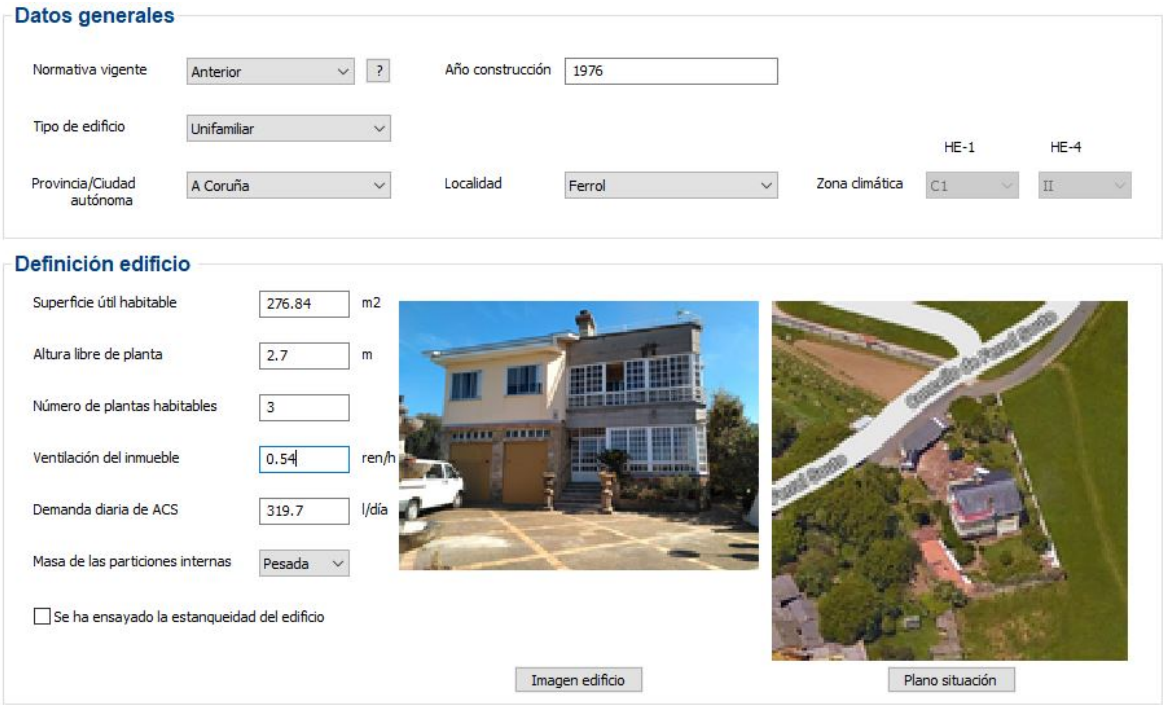


imagen3.3.2.2.1.Datos generales

3.3.2.3. Envolvente térmica.

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan entre espacios habitables y el ambiente exterior (aire, terreno, otro inmueble) y todas las particiones interiores que limitan entre los espacios habitables y los espacios no habitables.

Valor por defecto. Se utilizará en aquellos casos en los que no se posea ningún dato sobre las características de la envolvente térmica que nos permita determinar una transmitancia térmica más aproximada a la realidad. Cuando un cerramiento se introduzca a través de valor por defecto el programa no solicitará ningún dato más acerca de este e introducirá el valor mínimo de transmitancia que marcaba la normativa vigente durante su construcción.

Valor estimado. Se utilizará en aquellos casos en los cuales se posea información sobre las características de la envolvente térmica que permitan aproximar a un valor de transmitancia térmica más real. Cuando un cerramiento se introduzca a través de un valor estimado el programa solicitará una serie de datos para la obtención del valor final de transmitancia térmica U.

Valor conocido (ensayado/justificado). Se utilizará en aquellos casos en los cuales se pueda determinar el valor de transmitancia térmica real, obtenido mediante ensayo, las librerías...

Cuando un cerramiento se introduzca a través de valor conocido el programa solicitará o bien el valor de la transmitancia térmica (U), junto con la masa del cerramiento por m². O bien en aquellos casos en los cuales se disponga de la composición del cerramiento, podrá utilizarse la librería de cerramientos para la determinación de su transmitancia térmica (creando la composición del cerramiento mediante un conjunto de materiales).

Se debe tener presente que **NO hay que descontar la superficie de huecos y lucernarios** en la superficie del muro.

Para este proceso se crearon 3 plantas en CE3X a las que posteriormente le asignaremos los cerramientos huecos y puentes térmicos en función de su orientación

imagen3.3.2.3.1.árbol CE3X

- **Composición del muro exterior de fachada:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por “valor conocido”, es decir, introduciendo su valor.

imagen3.3.2.3.2. Muro exterior norte planta 3

calculo peso/m^2 muro exterior		
Espesor (m)	densidad (Kg/m^3)	Masa/m^2 (Kg/m^2)
0,01	1125	11,25
0,12	38	4,56
0,02	1125	22,5
0,09	630	56,7
0,02	30	0,6
0,04	1000	40
0,01	1150	11,5
	total	147,11

Tabla 3.3.2.3.1.Calculo muros exteriores de la masa/m^2

- **Composición de la cubierta:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por "valor conocido", es decir, introduciendo su valor.

imagen3.3.2.3.3. cubierta

calculo peso/m2 muro exterior		
espesor(m)	densidad Kg/m3	Masa/m2
0,005	2400	12
0,1	38	3,8
0,02	1125	22,5
0,21	1338	280,98
0,01	625	6,25
	total	325,53

Tabla 3.3.2.3.2.Calculo cubierta de la masa/m^2

- **Partición inferior horizontal:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por “valor conocido”, es decir, introduciendo su valor.

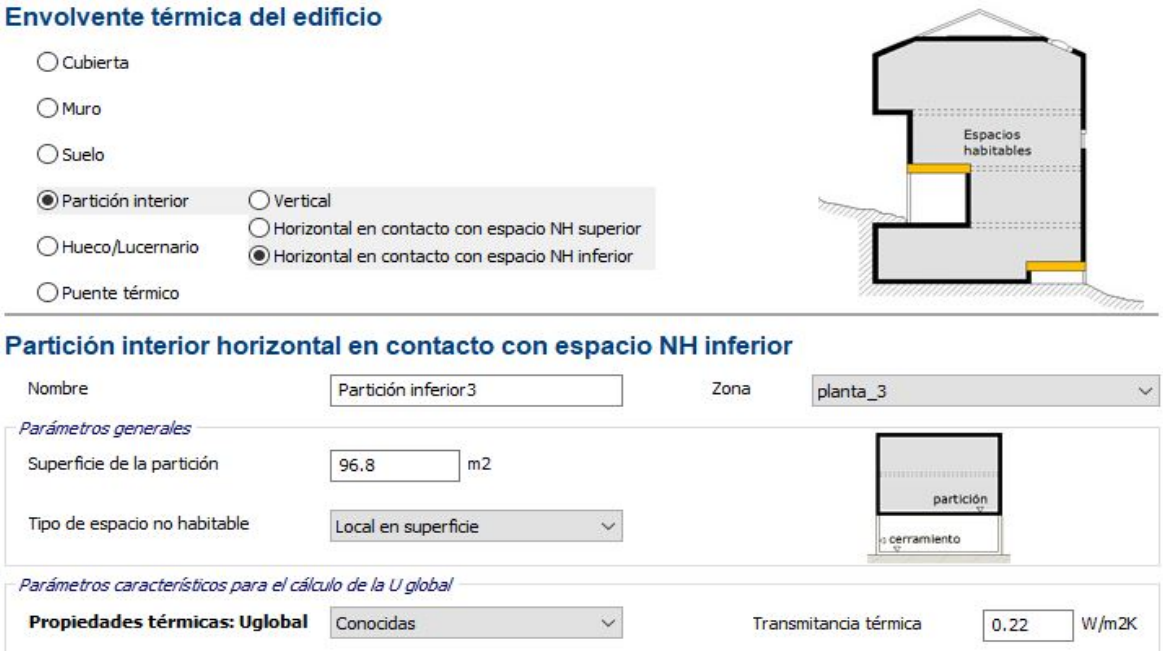


imagen3.3.2.3.4. Partición inferior horizontal

- **Partición superior horizontal:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por “valor conocido”, es decir, introduciendo su valor.

imagen3.3.2.3.5. Partición superior horizontal

- **Partición interior vertical:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por “valor conocido”, es decir, introduciendo su valor.

imagen3.3.2.3.6. Partición interior vertical

- **Suelo en contacto con el terreno:**

Se ha creado a partir de los datos del HULC. La transmitancia térmica ha sido aproximada por "valor conocido", es decir, introduciendo su valor.

imagen3.3.2.3.7. Suelo en contacto con el terreno

- **Huecos:**

Las ventanas y lucernarios se deben crean sobre cada una de las fachadas sobre las que se encuentran.

Para caracterizar los huecos de ventana y puerta se deben introducir sus dimensiones y su multiplicador para que el software cree el número exacto de este tipo que hay en ese muro de fachada. Se eligen los materiales de vidrio y marco utilizados (por librería), así como el porcentaje de marco; así conoceremos el valor de la transmitancia térmica.

Otras características que se introducen son la permeabilidad del hueco y la absortividad del marco para la radiación α (en función del color y tono de este).

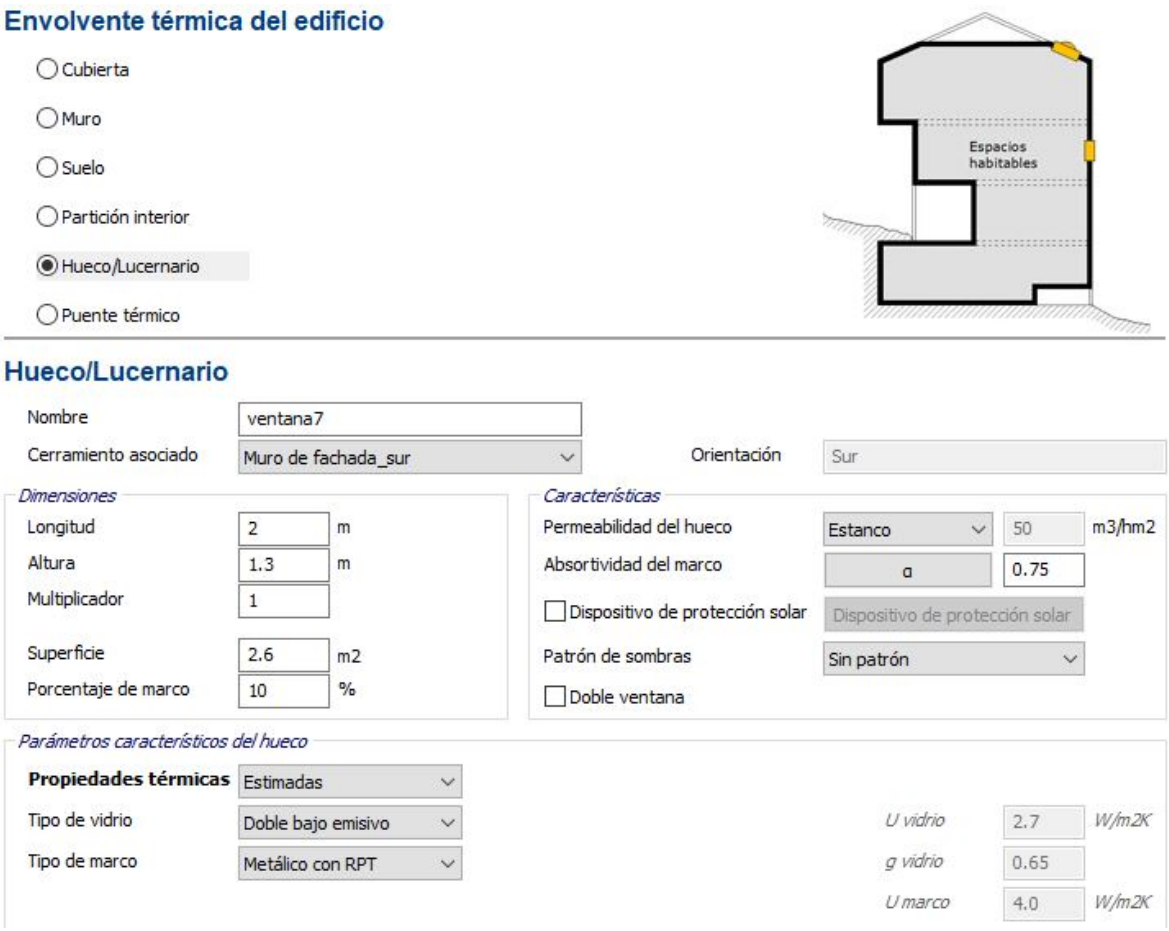


imagen3.3.2.3.8. Ventana

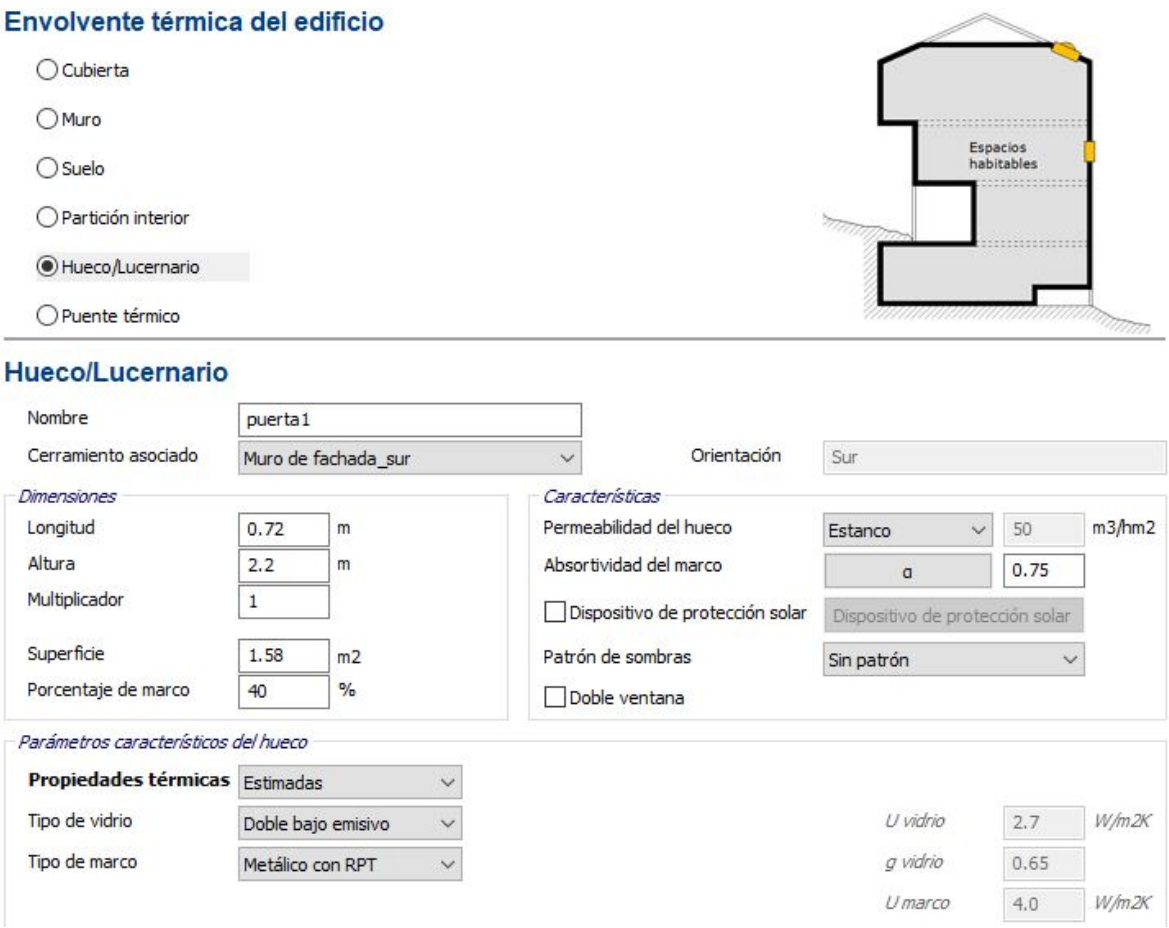


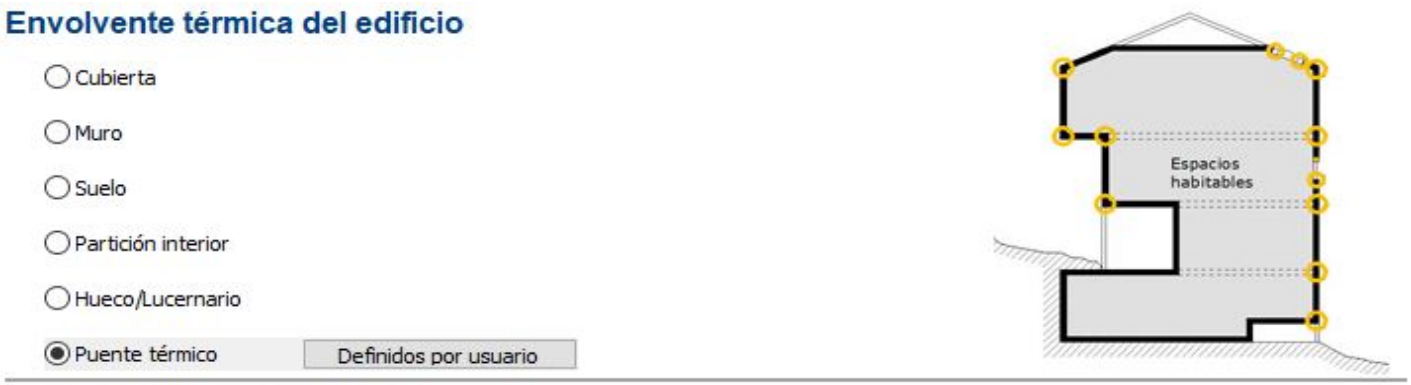
imagen3.3.2.3.9. Puerta

- **PUENTES TÉRMICOS:**

Los puentes térmicos son aquellas uniones de los diferentes cerramientos entre sí, con pilares, con marcos de ventanas, con huecos, puertas, persianas…

Existen catorce tipos diferentes de puentes térmicos en este software, que se pueden crear conociendo el valor, o introduciendo el valor por defecto.

Se deben seleccionar los diferentes tipos existentes y el cerramiento al que está asociado; así como la longitud de cada uno de ellos, a partir de estos datos, CE3X genera el valor de la transmitancia térmica lineal (ψ; W/m*K) asociada a cada uno de estos.



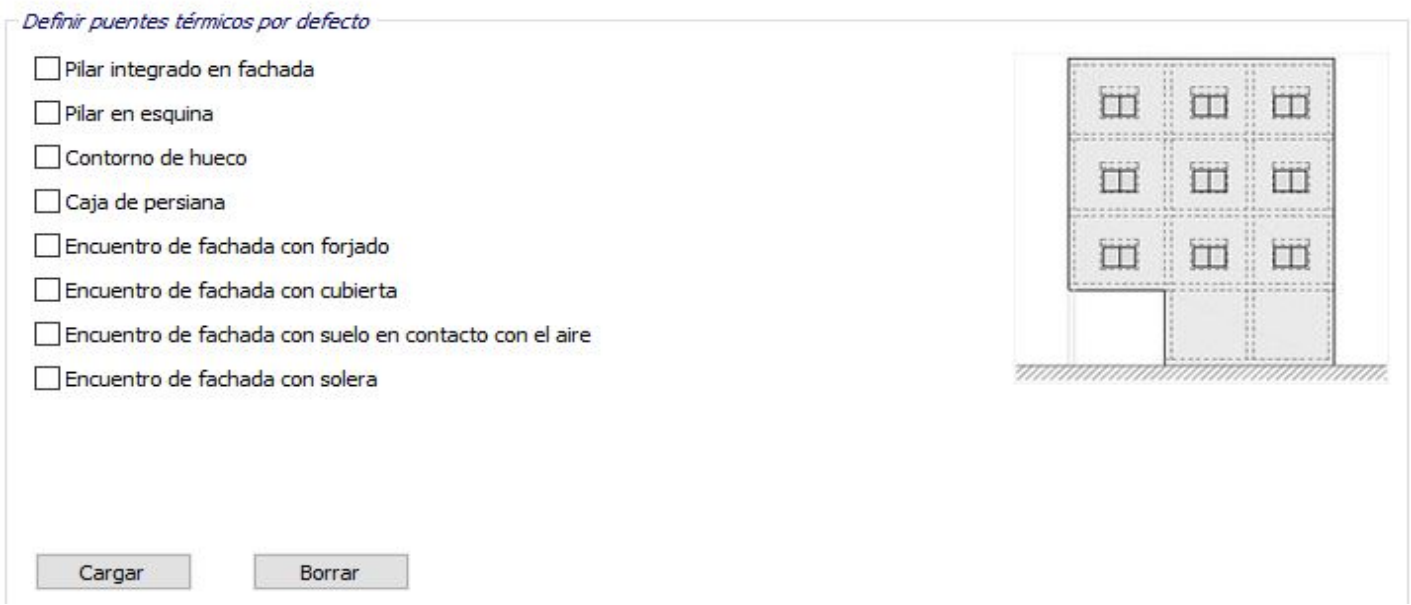


imagen3.3.2.3.10. Puentes térmicos

3.3.2.4. Instalaciones.

A continuación se exponen los diferentes equipos que cubren las demandas en este caso ACS y calefacción con los mismos datos que se incluyeron en Hulc.

Instalaciones del edificio

- ○ Equipo de ACS
- ○ Equipo de sólo calefacción
- ○ Equipo de sólo refrigeración
- ○ Equipo de calefacción y refrigeración
- ◉ Equipo mixto de calefacción y ACS
- ○ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- ○ Contribuciones energéticas

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre: Calefacción y ACS
Zona: Edificio Objeto

Características
Tipo de generador: Caldera Baja Temperatura
Tipo de combustible: Biomasa no densificada

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción
Superficie (m2)	276.84	276.84
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional
Rendimiento estacional: Estimado según Instalación
Potencia nominal: 42 kW
Carga media real ßcmb: 0.2 ?
Rendimiento de combustión: 87 %
Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción): 75.3 %
Aislamiento de la caldera: Bien aislada y mantenida

☑ Con Acumulación
Valor UA: Por defecto
Volumen de un depósito: 770 l
Multiplicador: 1
UA: 10.2 W/K
Tª alta: 80 ºC
Tª baja: 60 ºC

imagen3.3.2.4.1. Instalaciones caldera leña

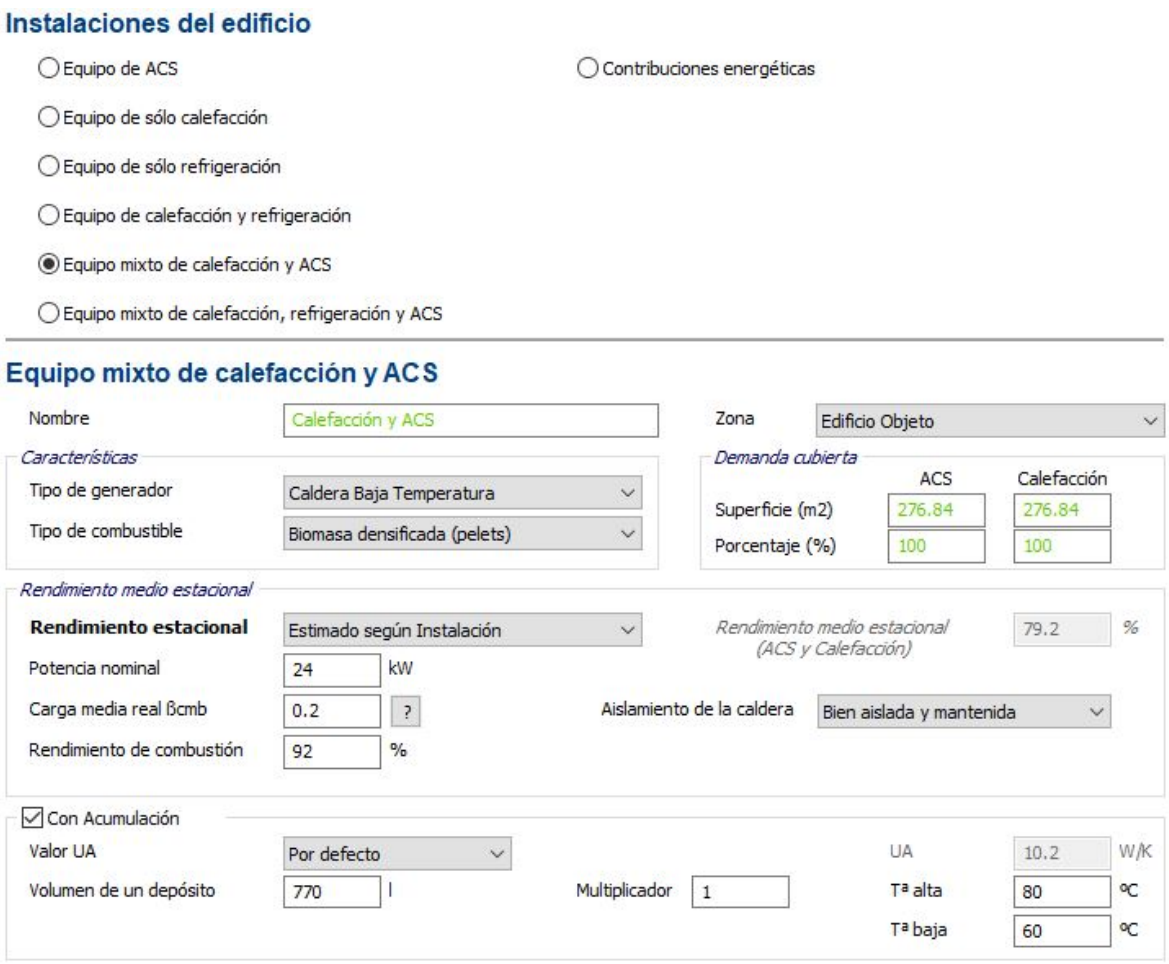


imagen3.3.2.4.2. Instalaciones caldera pellet

3.3.2.5. Verificación y certificación de la vivienda con caldera de pellet y fotovoltaica.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

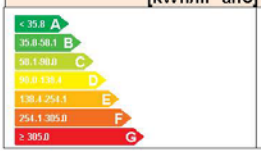
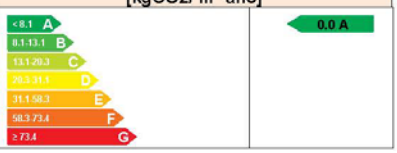
Nombre del edificio	vivienda souto con mejoras energeticas		
Dirección	souto 102cc		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	A Coruña	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1976
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	1212		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
● Vivienda ● Unifamiliar ○ Bloque ○ Bloque completo ○ Vivienda individual	○ Terciario ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	celestino juan lópez montero	**NIF(NIE)**	232
Razón social	yo	**NIF**	232
Domicilio	102cc		
Municipio	ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	A Coruña	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	jj	**Teléfono**	6565
Titulación habilitante según normativa vigente	ingeniero de grado		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 25/08/2017

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha 04/09/2017
Ref. Catastral 1212 Página 1 de 7

imagen3.3.2.5.1. Página 1 certificado de eficiencia energética caldera de pellet con CE3X

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	vivienda souto con mejoras energeticas		
Dirección	souto 102cc		
Municipio	Ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	A Coruña	**Comunidad Autónoma**	Galicia
Zona climática	C1	**Año construcción**	1976
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	1212		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
● Vivienda ● Unifamiliar ○ Bloque ○ Bloque completo ○ Vivienda individual	○ Terciario ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	celestino juan lópez montero	**NIF(NIE)**	232
Razón social	yo	**NIF**	232
Domicilio	102cc		
Municipio	ferrol	**Código Postal**	15405
Provincia	A Coruña	**Comunidad Autónoma**	Galicia
e-mail:	jj	**Teléfono**	6565
Titulación habilitante según normativa vigente	ingeniero de grado		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 35.0 A 35.0-58.1 B 58.1-80.0 C 80.0-138.4 D 138.4-254.1 E 254.1-305.0 F ≥ 305.0 G	0.0 A	< 8.1 A 8.1-13.1 B 13.1-20.3 C 20.3-31.1 D 31.1-58.3 E 58.3-73.4 F ≥ 73.4 G	0.0 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 25/08/2017

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha 04/09/2017
Ref. Catastral 1212 Página 1 de 7

imagen3.3.2.5.2. Página 1 certificado de eficiencia energética caldera de leña con CE3X

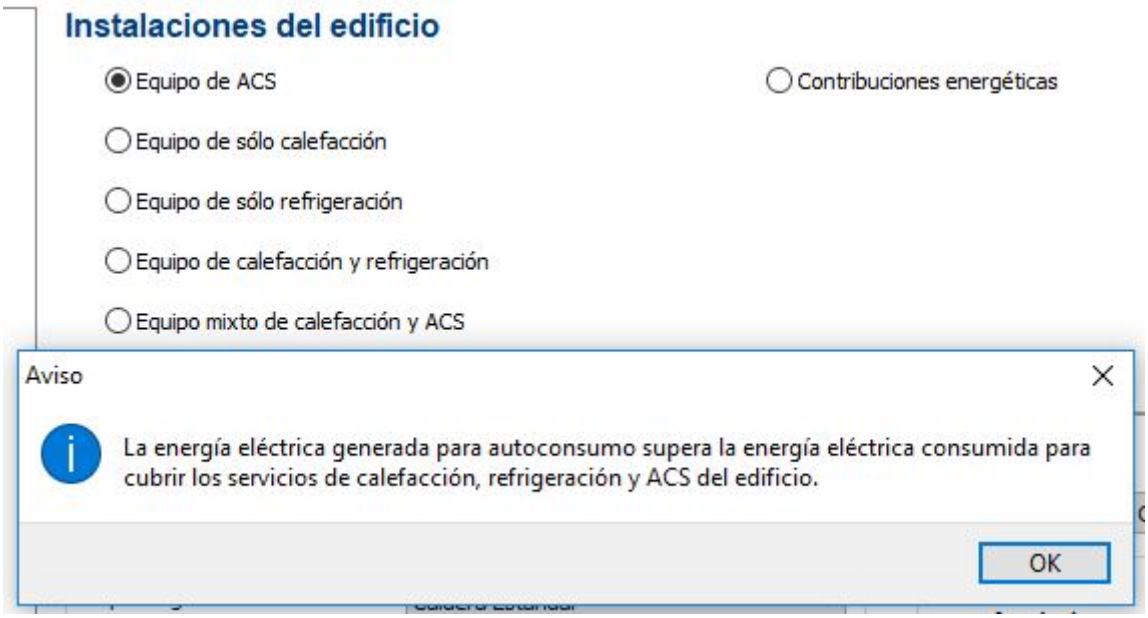


imagen3.3.2.5.3. aviso

Al contrario de lo que ocurre en HULC, que nos daban valores negativos en CE3X siempre dan cero como valor mínimo. Esto desde mi punto de vista es un fallo pues no nos da información de si estamos generando más de lo que consumimos, ni qué valor tiene para cuantificarlo

3.3.2.6. Conclusiones finales.

A continuación se muestran las dos etiquetas obtenidas de la certificación, con su correspondiente clase y valor de emisión ($KgCO_2/m^2$.año). Así como el consumo de energía primaria no renovable (KWh/m^2.año)

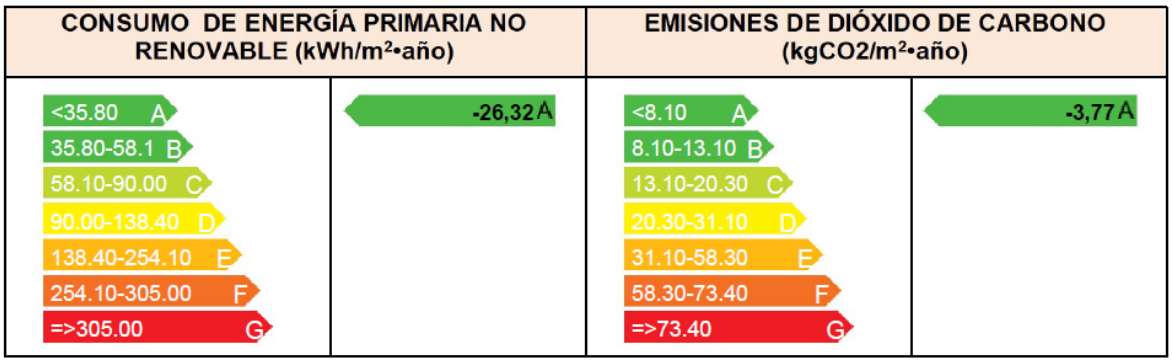


imagen3.3.2.6.1. Calificación energética según HULC leña y fotovoltaica

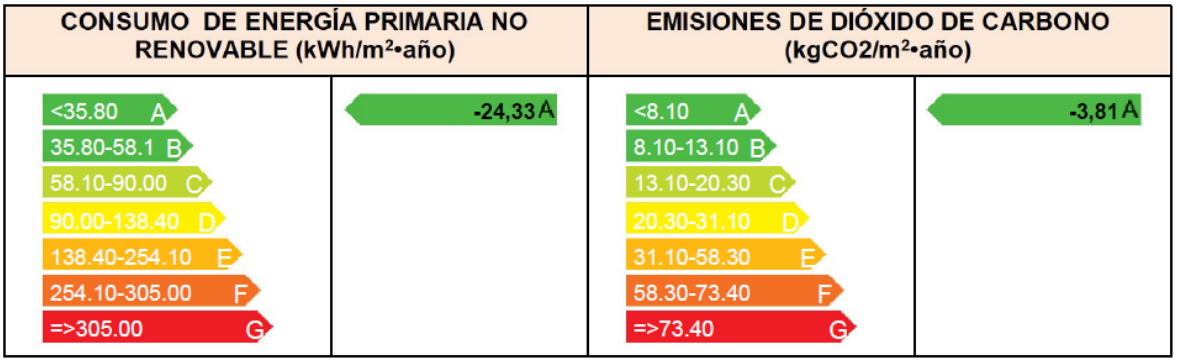


imagen3.3.2.6.2. Calificación energética según HULC pellet y fotovoltaica

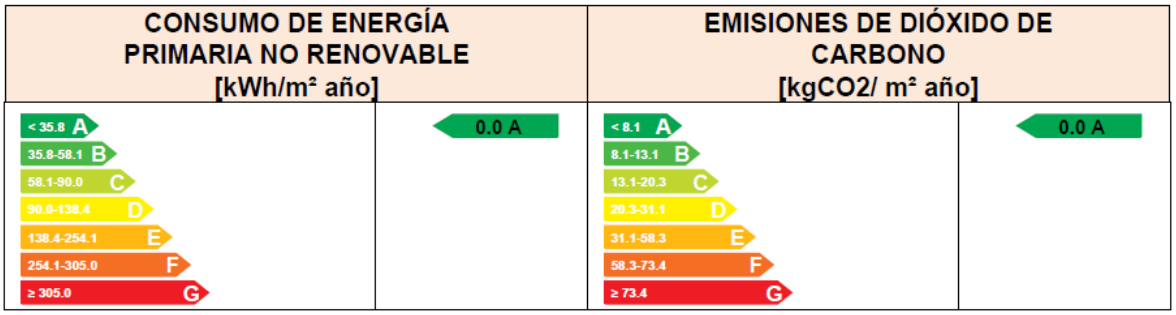


imagen3.3.2.6.3. Calificación energética según biomasa y fotovoltaica CE3X

Los resultados son muy parecidos, aunque los del CE3X nos dejan como incógnita conocer el valor exacto

La eficiencia del edificio toma seria de clase A en todos los casos analizados

- **Análisis de resultados CE3X mediante el complemento:**

"ISOVER COMPROBACION CTE 2013" del fabricante ISOVER SAINT GOBAIN

La parte de la izquierda de cada uno de los gráficos, se expresa en porcentaje, las perdidas energéticas del edificio actual para cada uno de los vectores energéticos analizados. En la parte derecha del mismo se expresa en porcentaje, el potencial de ahorro en base a los coeficientes estándar de operación y funcionamiento de CE3X

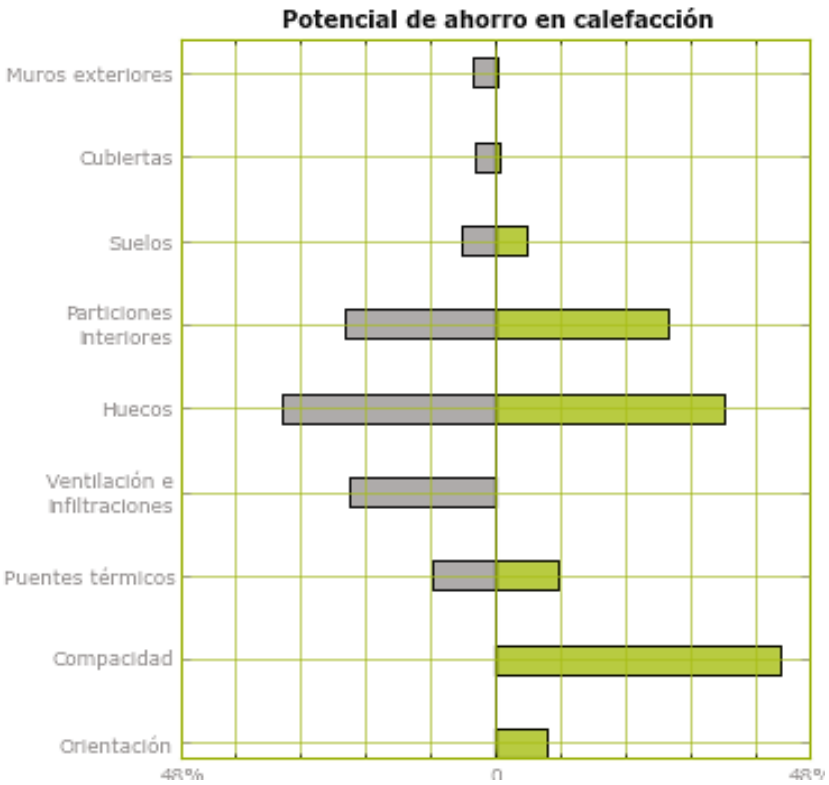


imagen3.3.2.6.4. Potencial de ahorro en calefacción CE3X

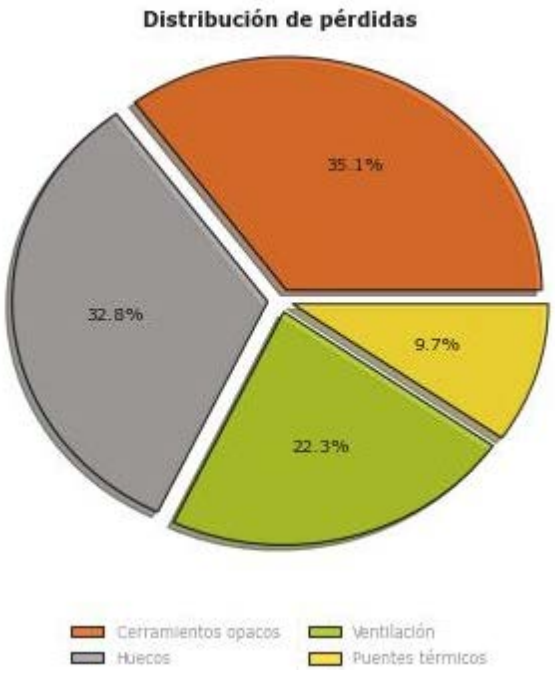


imagen3.3.2.6.5. Distribución de perdidas CE3X

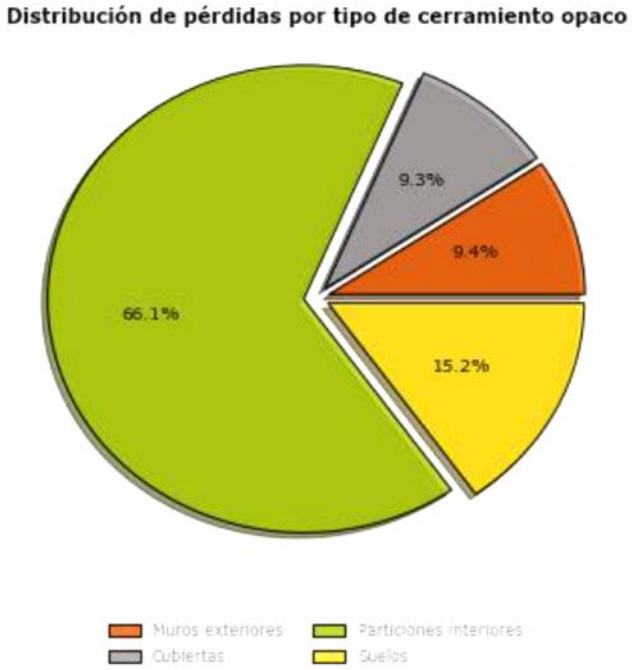


imagen3.2.2.6.6. Distribución de pérdidas por tipo cerramiento opaco CE3X

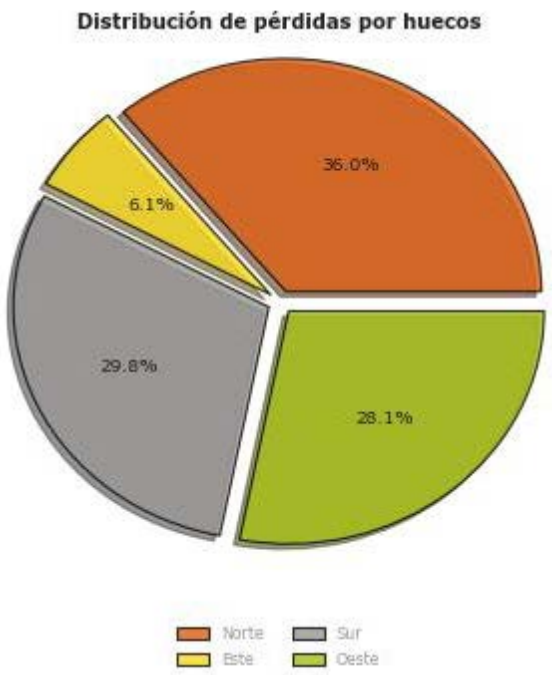


imagen3.3.2.6.7. Distribución de pérdidas por huecos CE3X

- **Análisis de resultados HULC mediante hulc_res_v2.2:**

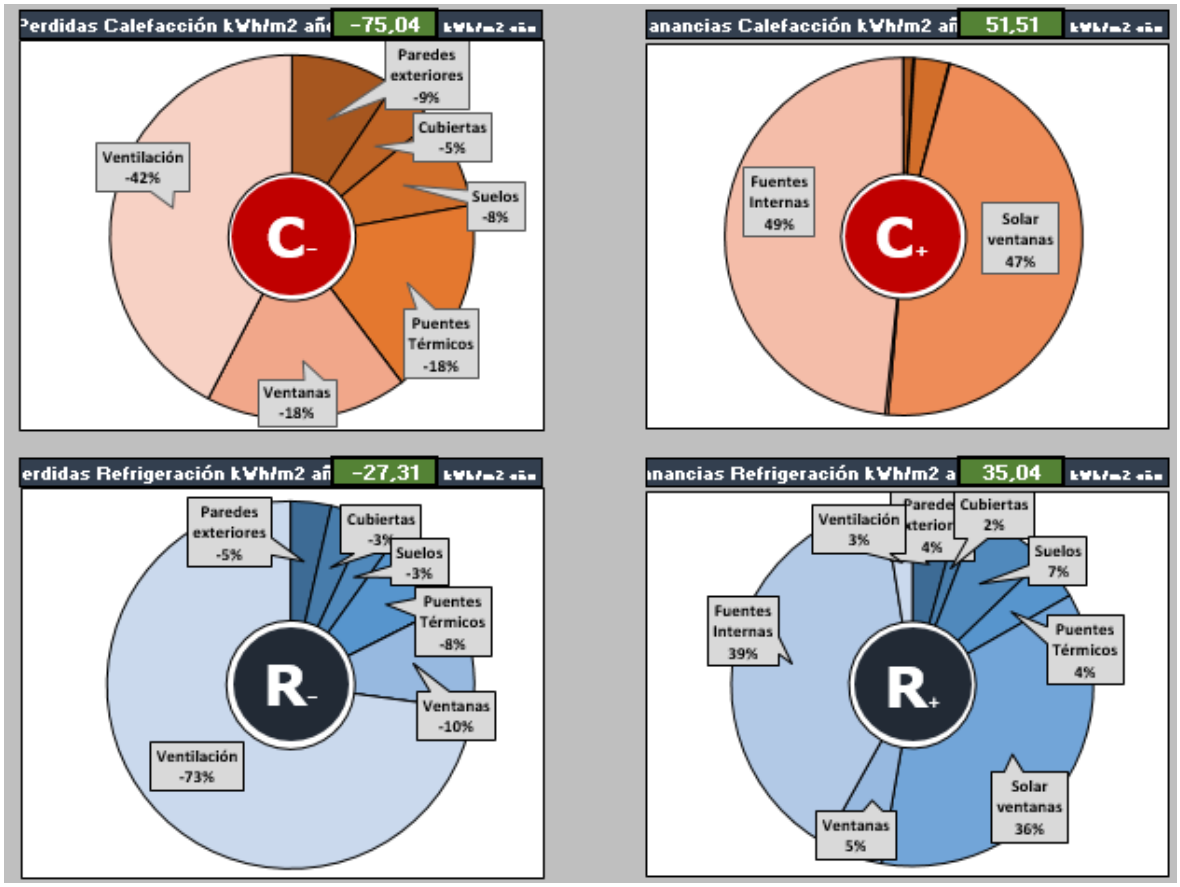


imagen3.3.2.6.8. Análisis de resultados mediante Hulc_res_v2.2 calefacción con leña y fotovoltaica

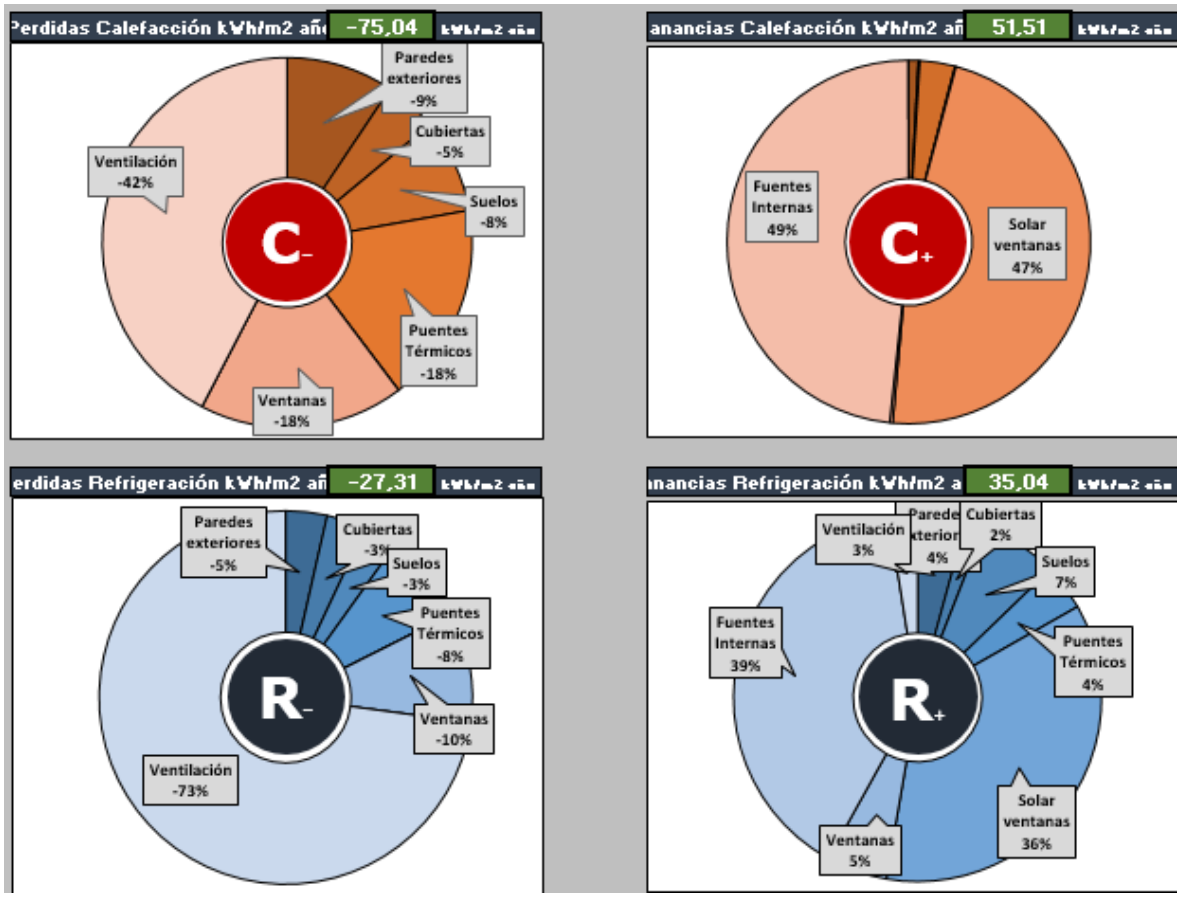


imagen3.3.2.6.9. Análisis de resultados mediante Hulc_res_v2.2 calefacción con pellet y fotovoltaica

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXO IV ANALISIS DE RESULTADOS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.4 ANALISIS DE RESULTADOS

3.4.1OBJETIVO

El objetivo de este anexo es el análisis de los resultados del HULC mediante programas como VISOL y mediante la hoja de cálculo hulc_res_v2.2

3.4.2 ANALISIS VIVIENDA INICIAL

3.4.2.1 Mediante visol:

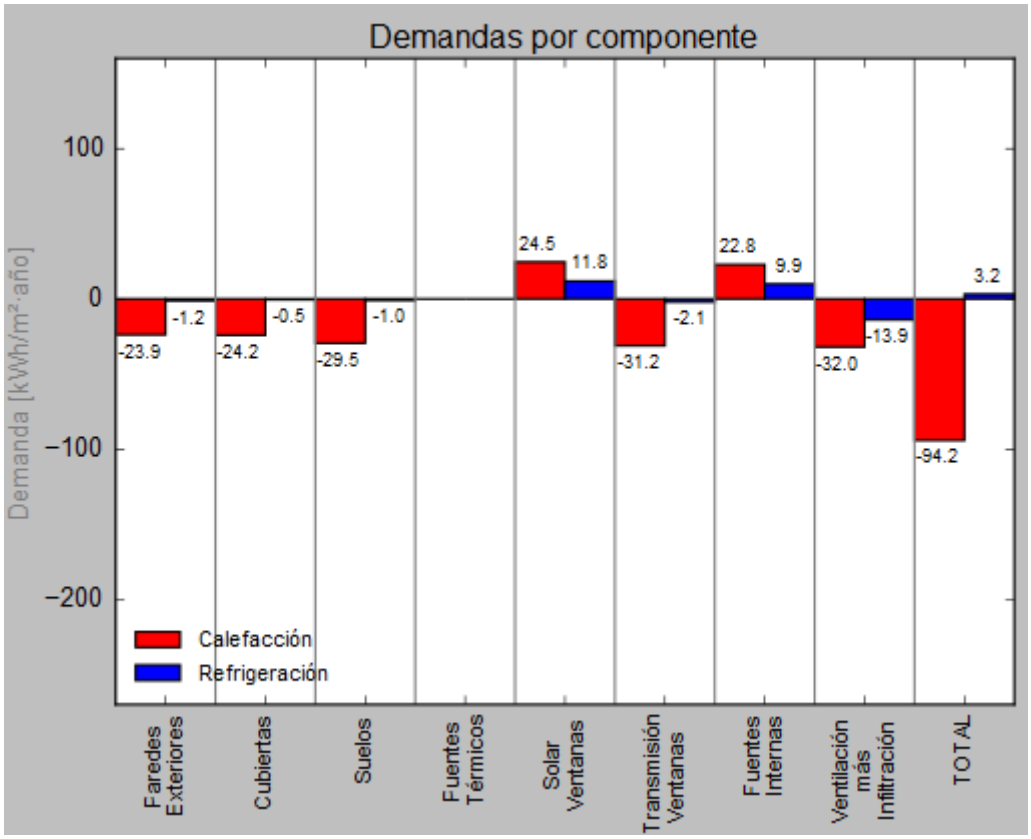


Imagen 3.4.2.1.1 demandas por componente Kwh/m^2. año

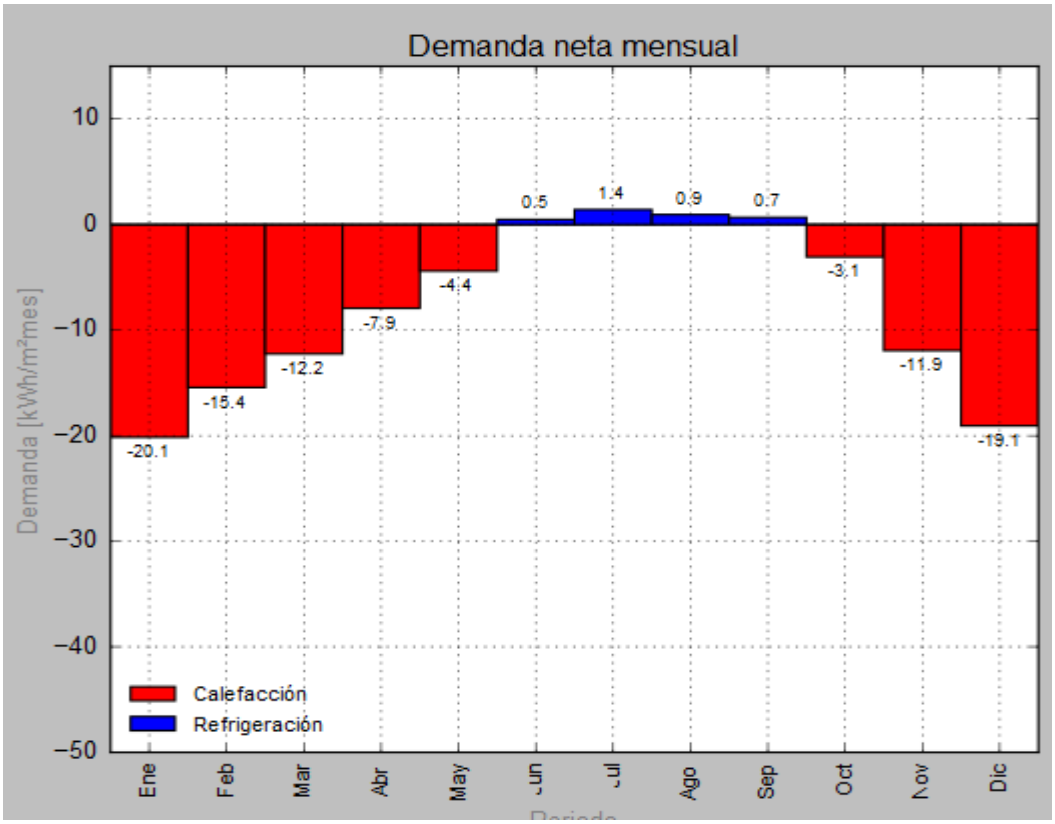


Imagen 3.4.2.1.2 demanda neta mensual Kwh/m^2. mes

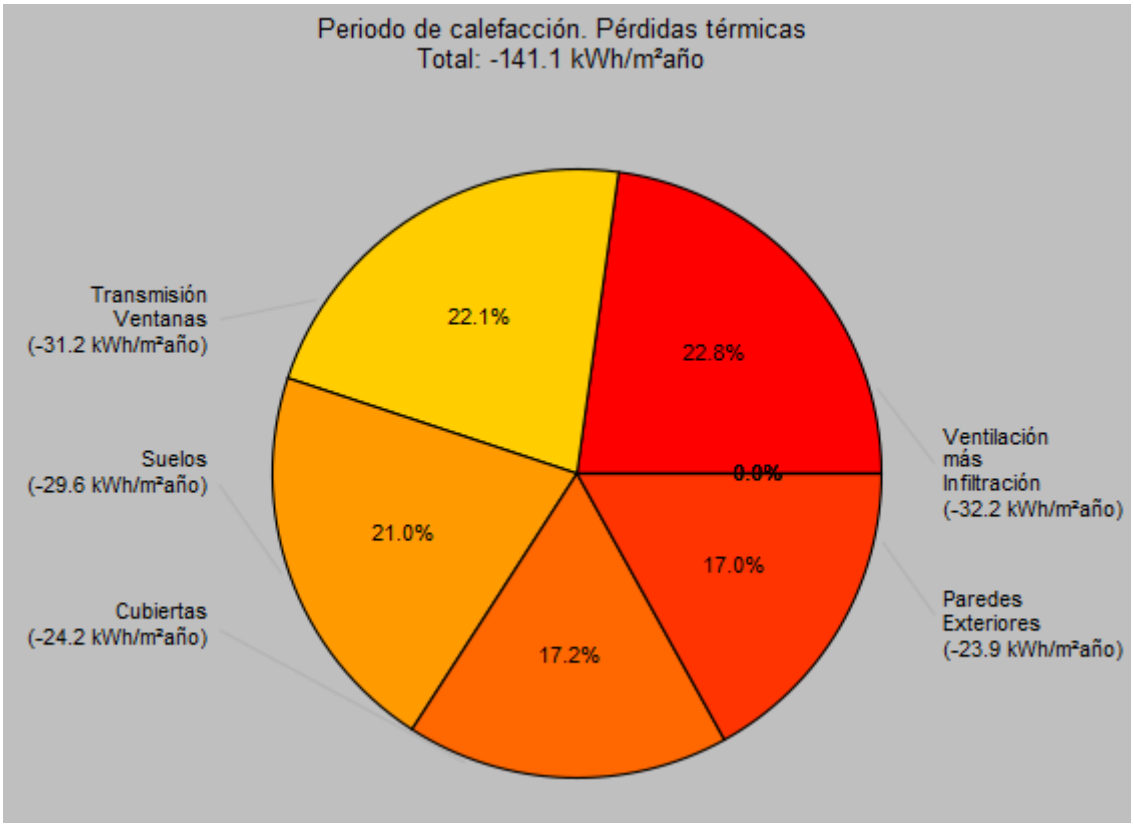


Imagen 3.4.2.1.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.2.2 Mediante hulc_res_v2.2:

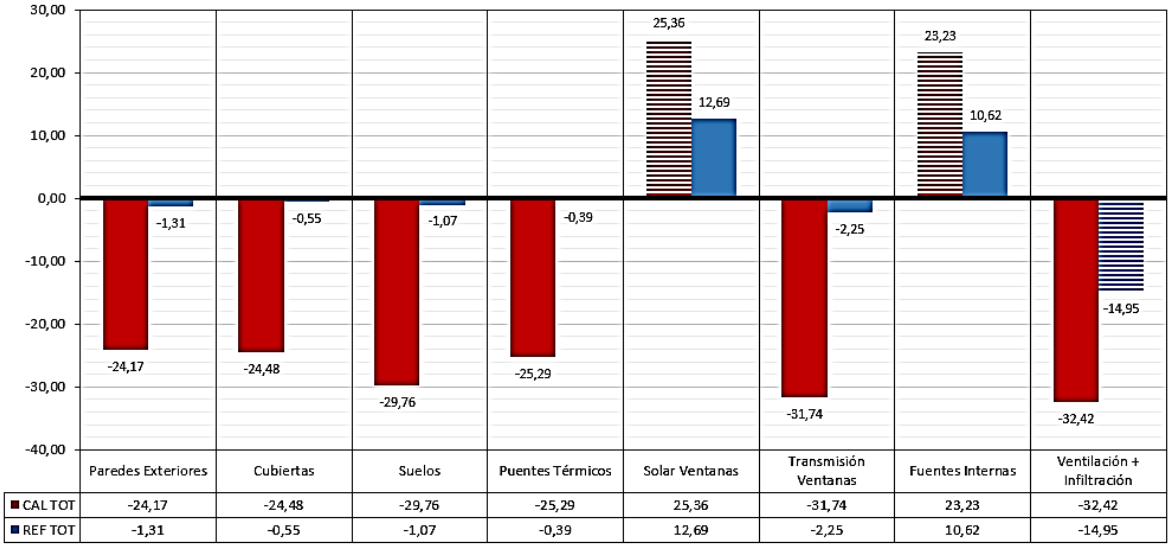


Imagen 3.4.2.2.1 demandas por componente Kwh/m^2. año

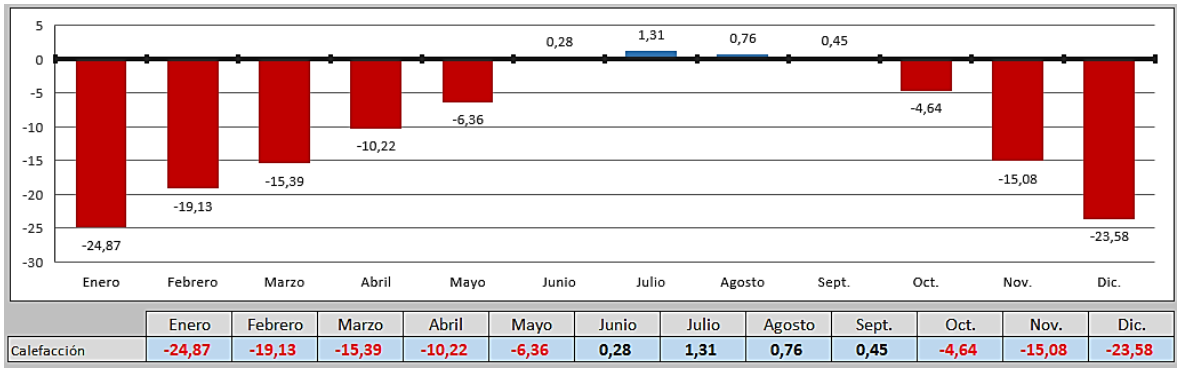


Imagen 3.4.2.2.2 demanda neta mensual Kwh/m^2. mes

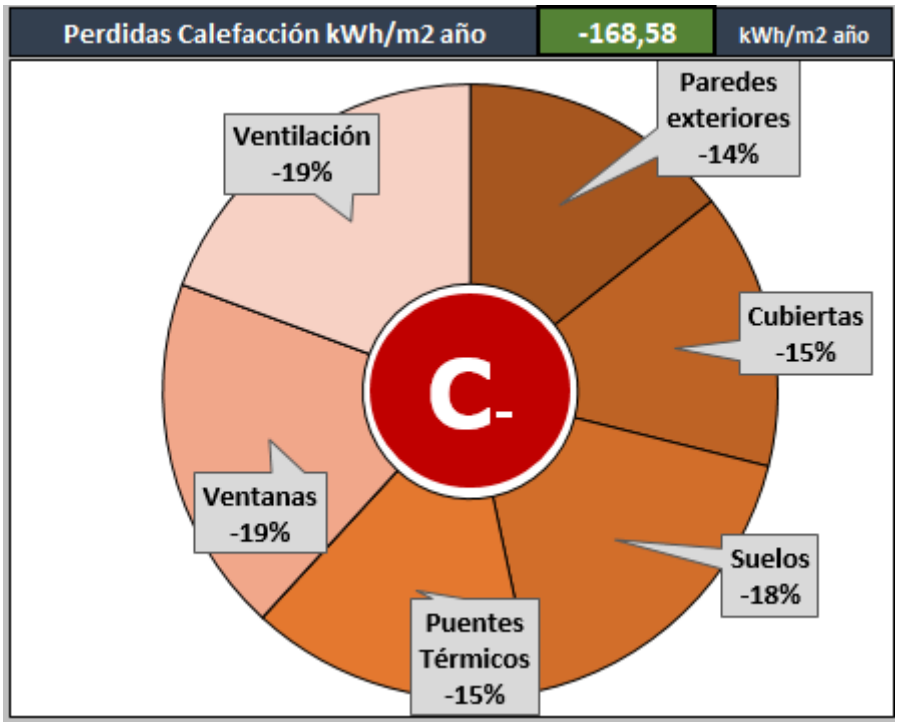


Imagen 3.4.2.2.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.3 ANALISIS VIVIENDA CON MEJORA DE AISLAMIENTOS

3.4.3.1 Mediante visol:

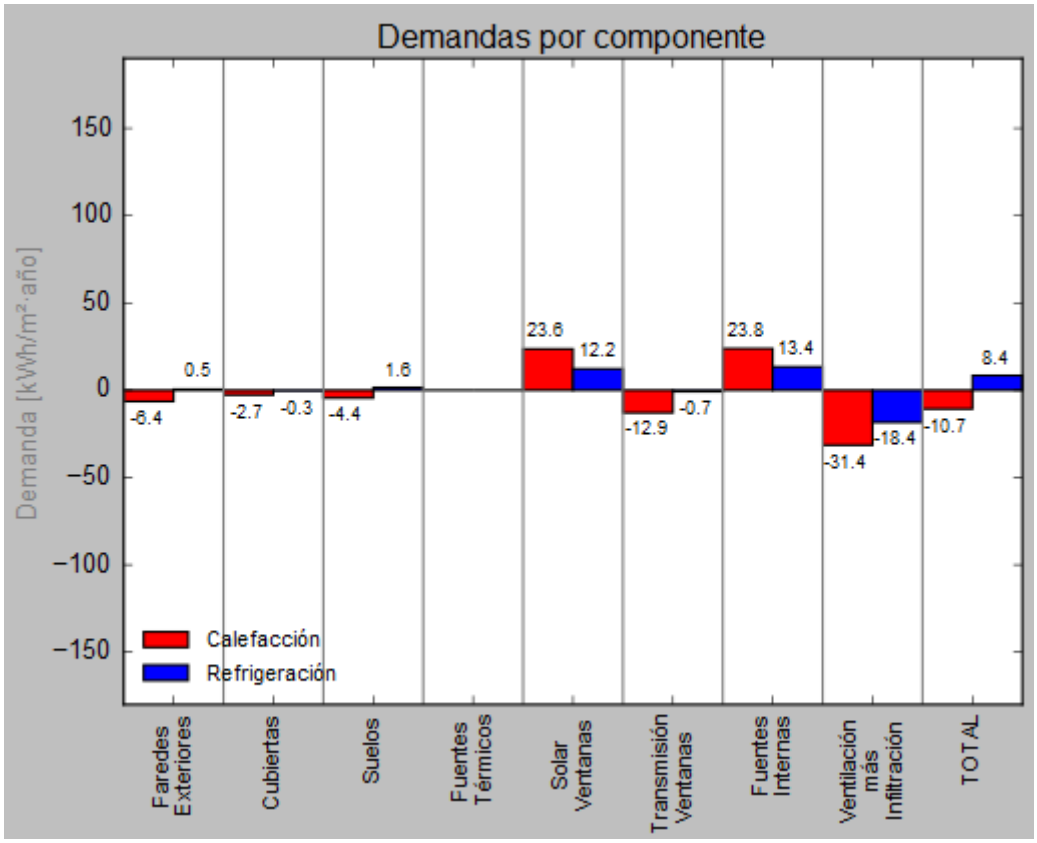


Imagen 3.4.3.1.1 demandas por componente Kwh/m². año

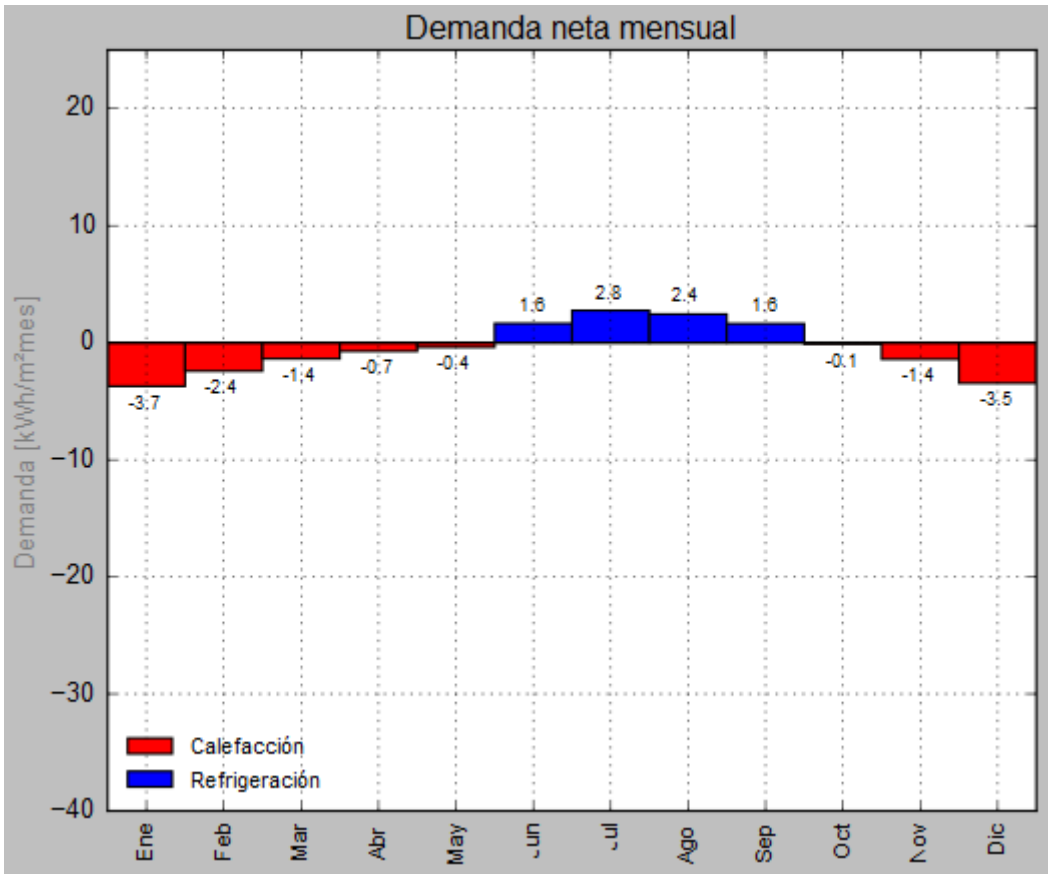


Imagen 3.4.3.1.2 demanda neta mensual Kwh/m². mes

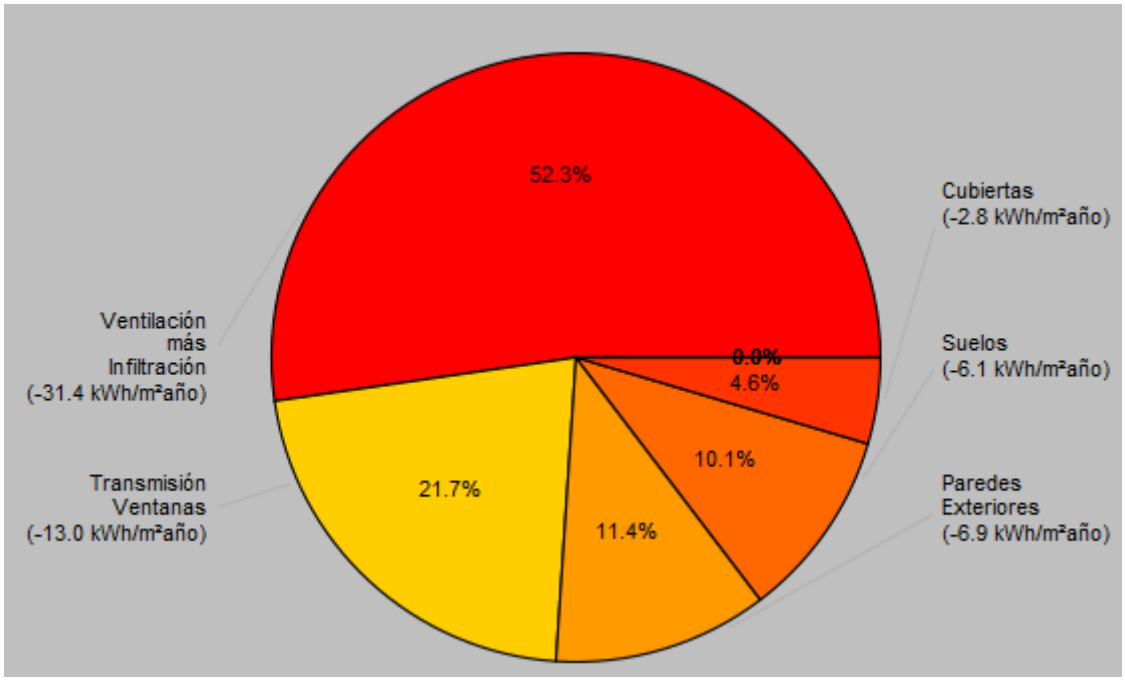


Imagen 3.4.3.1.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.3.2 Mediante hulc_res_v2.2:

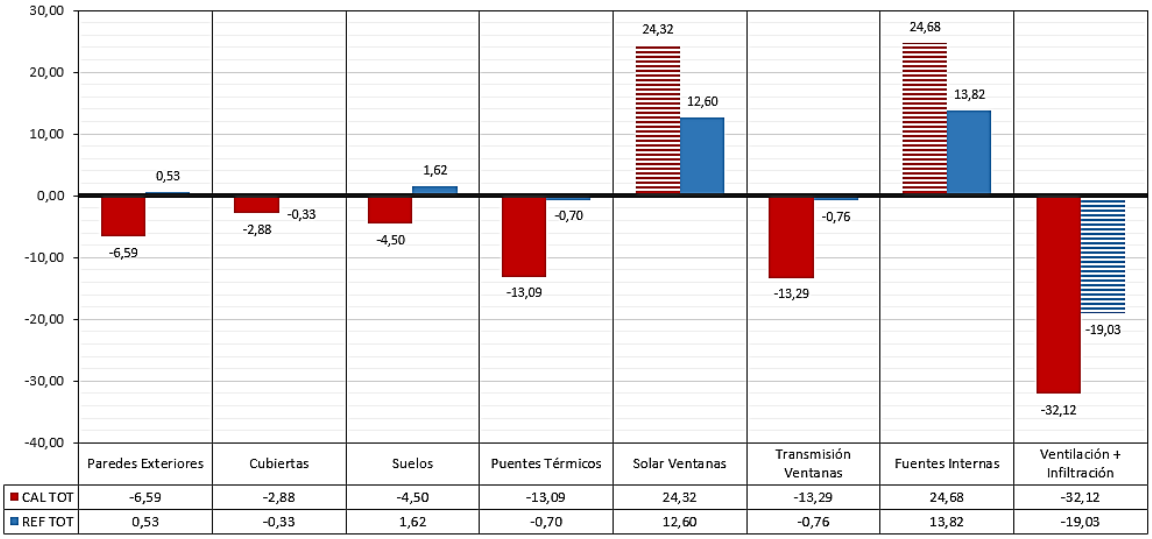


Imagen 3.4.3.2.1 demandas por componente Kwh/m^2. año

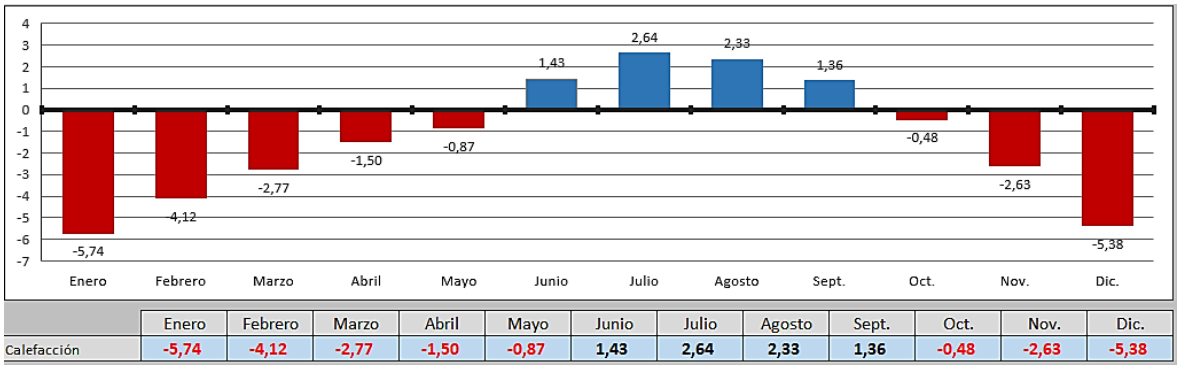


Imagen 3.4.3.2.2 demanda neta mensual Kwh/m^2. mes

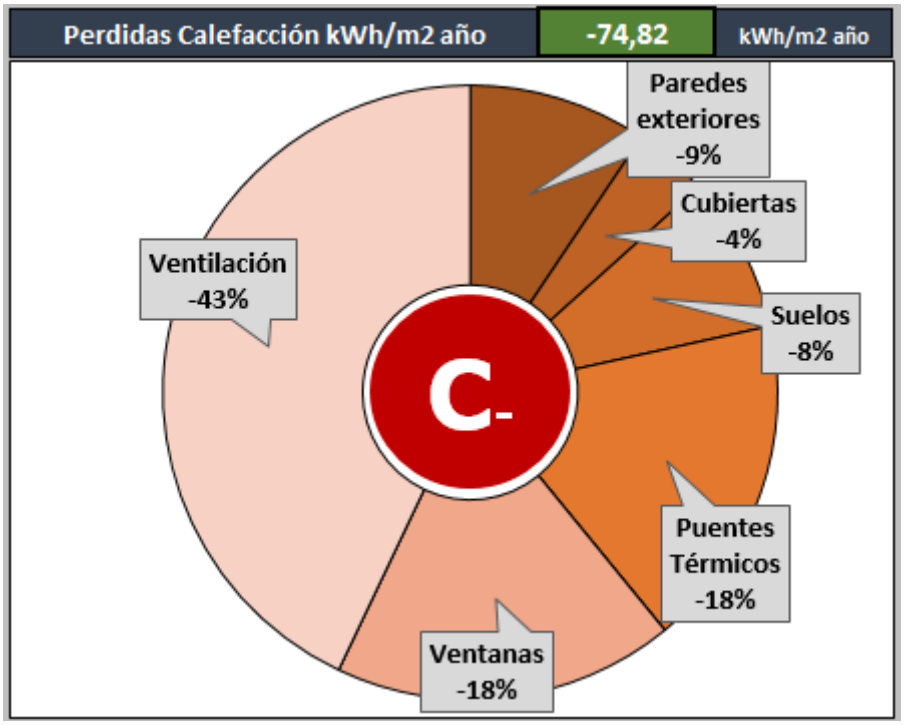


Imagen 3.4.3.2.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.4 ANALISIS VIVIENDA CON MEJORA DE AISLAMIENTOS YCALDERA DE LEÑA

3.4.4.1 Mediante visol:

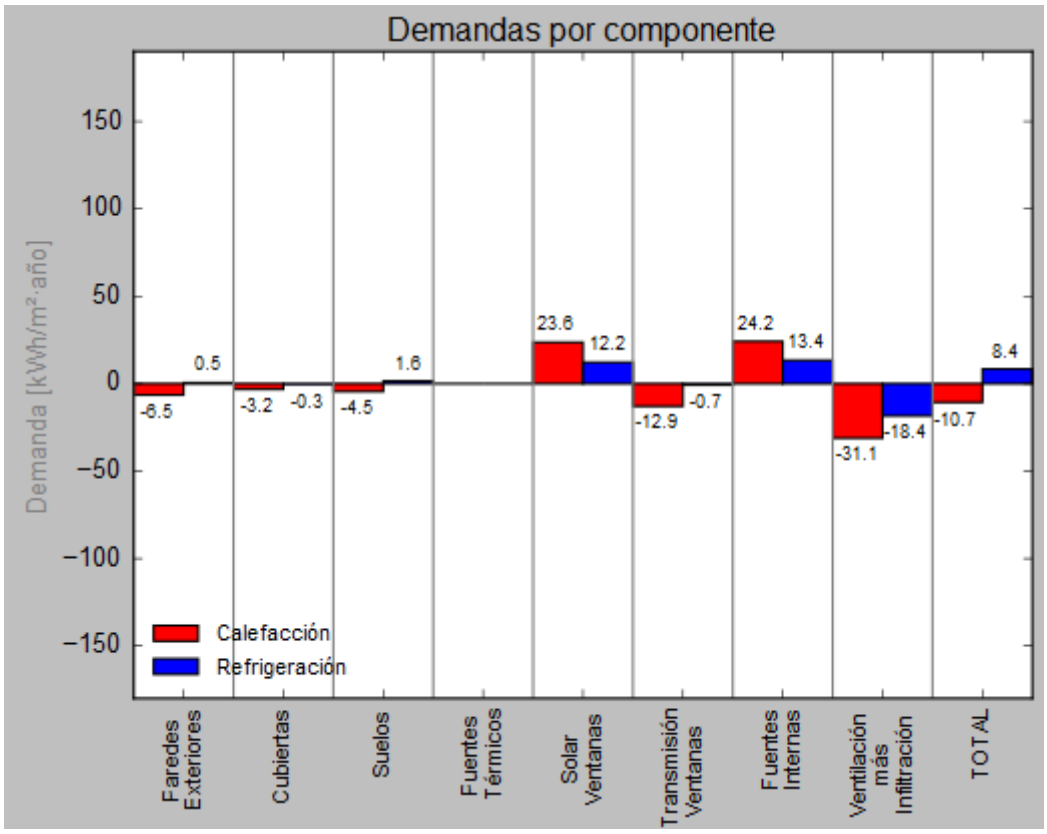


Imagen 3.4.4.1.1 demandas por componente Kwh/m². año

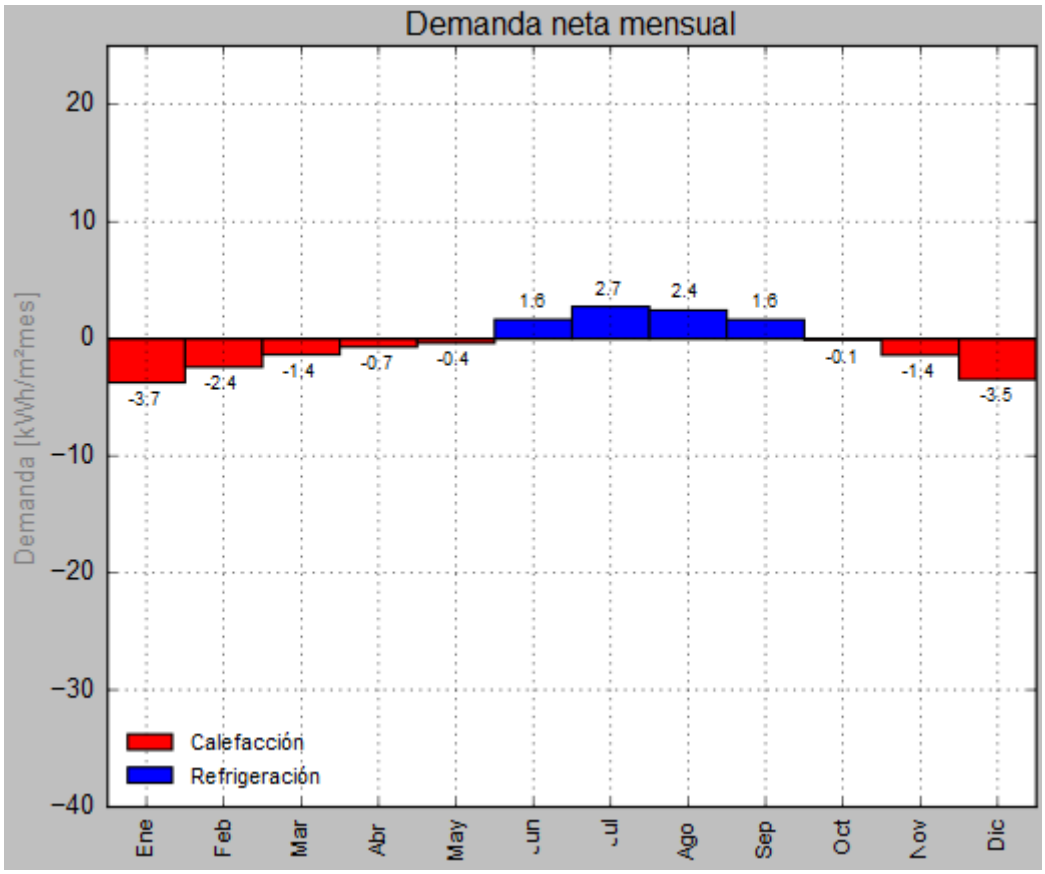


Imagen 3.4.4.1.2 demanda neta mensual Kwh/m². mes

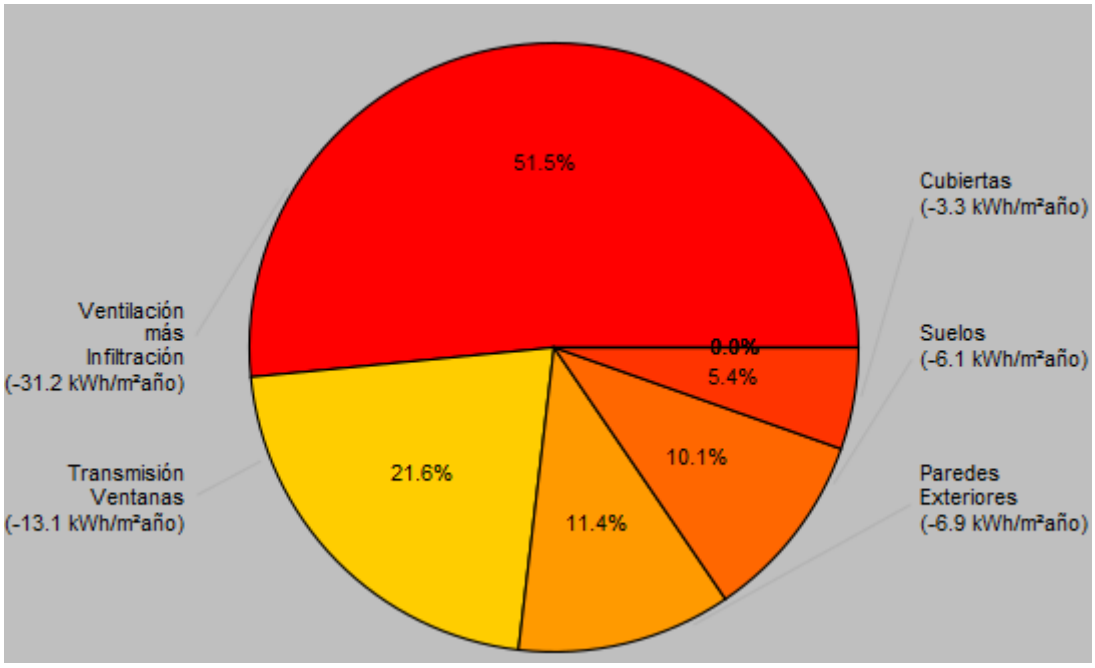


Imagen 3.4.4.1.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.4.2 Mediante hulc_res_v2.2:

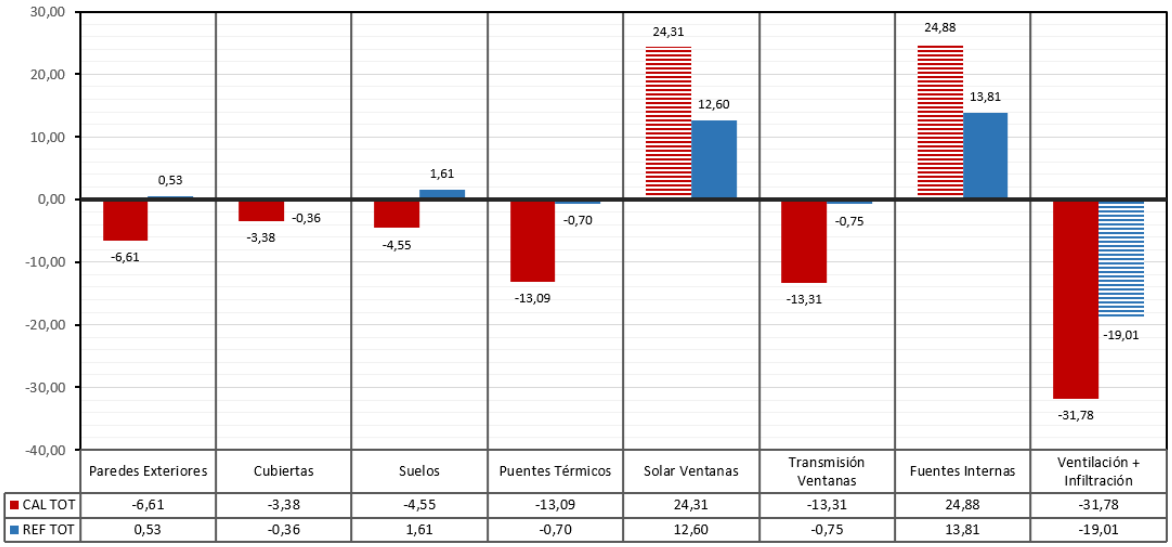


Imagen 3.4.4.2.1 demandas por componente Kwh/m². año

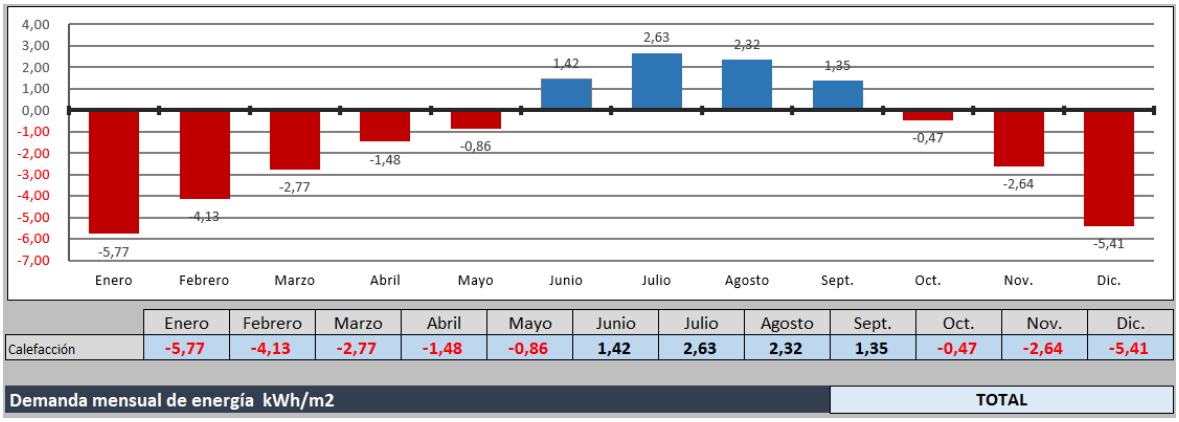


Imagen 3.4.4.2.2 demanda neta mensual Kwh/m². mes

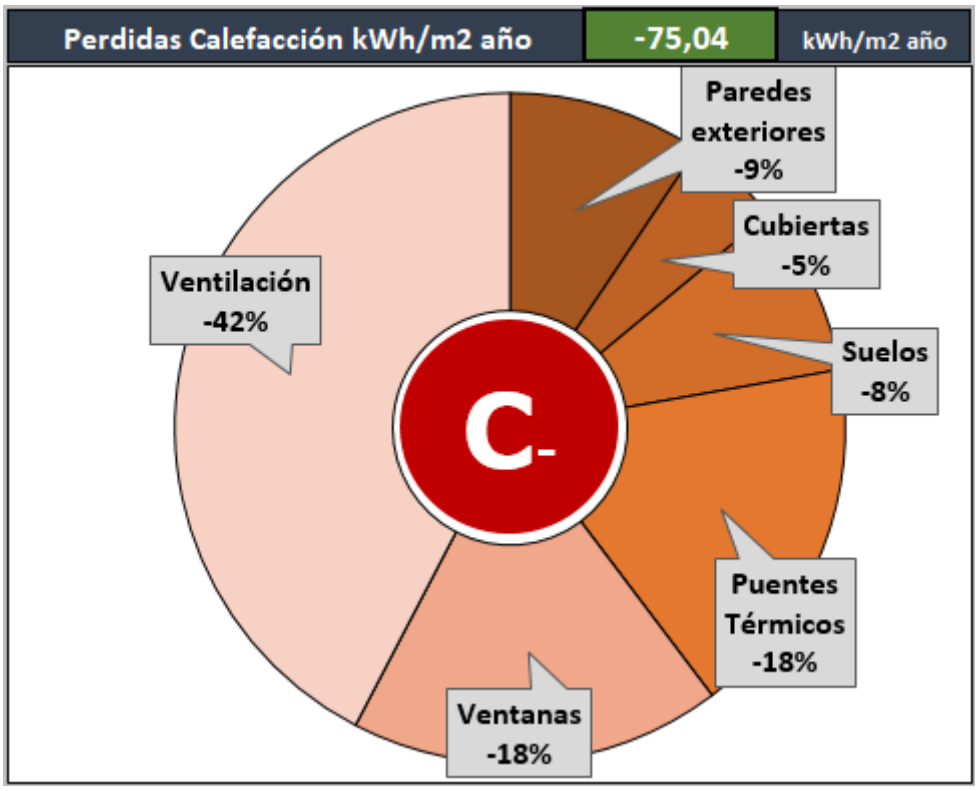


Imagen 3.4.4.2.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.5 ANALISIS VIVIENDA CON MEJORA DE AISLAMIENTOS YCALDERA DE PELLET

3.4.5.1 Mediante visol:

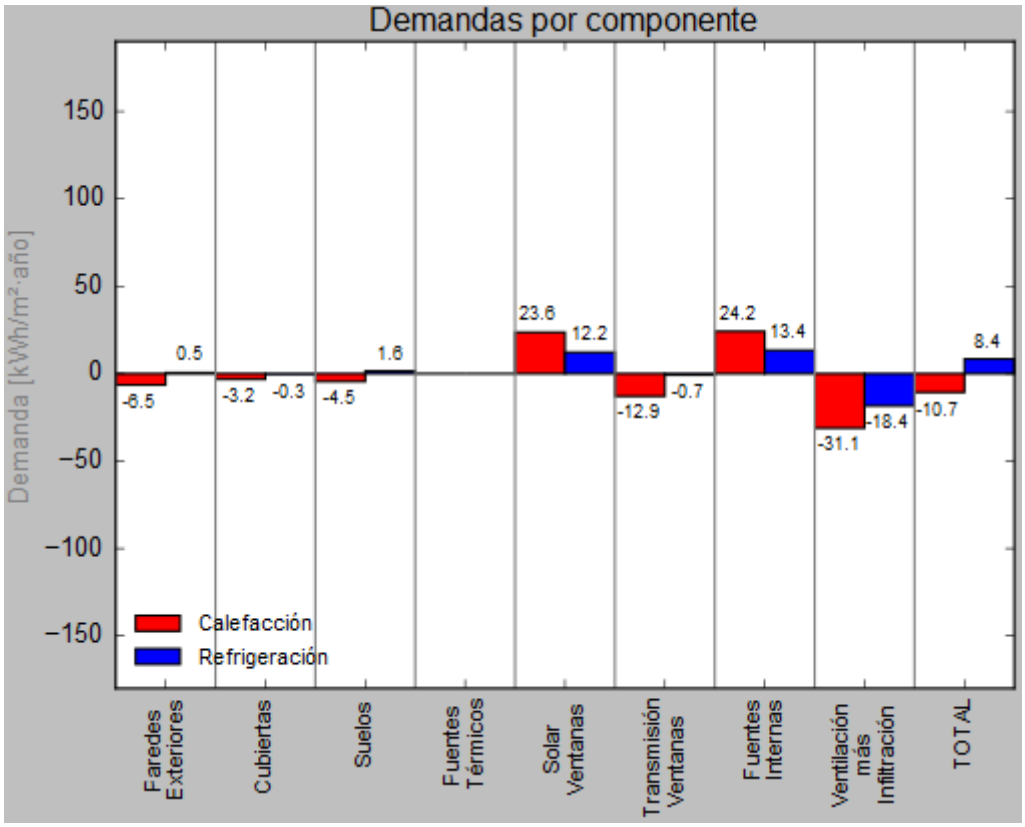


Imagen 3.4.5.1.1 demandas por componente Kwh/m^2. año

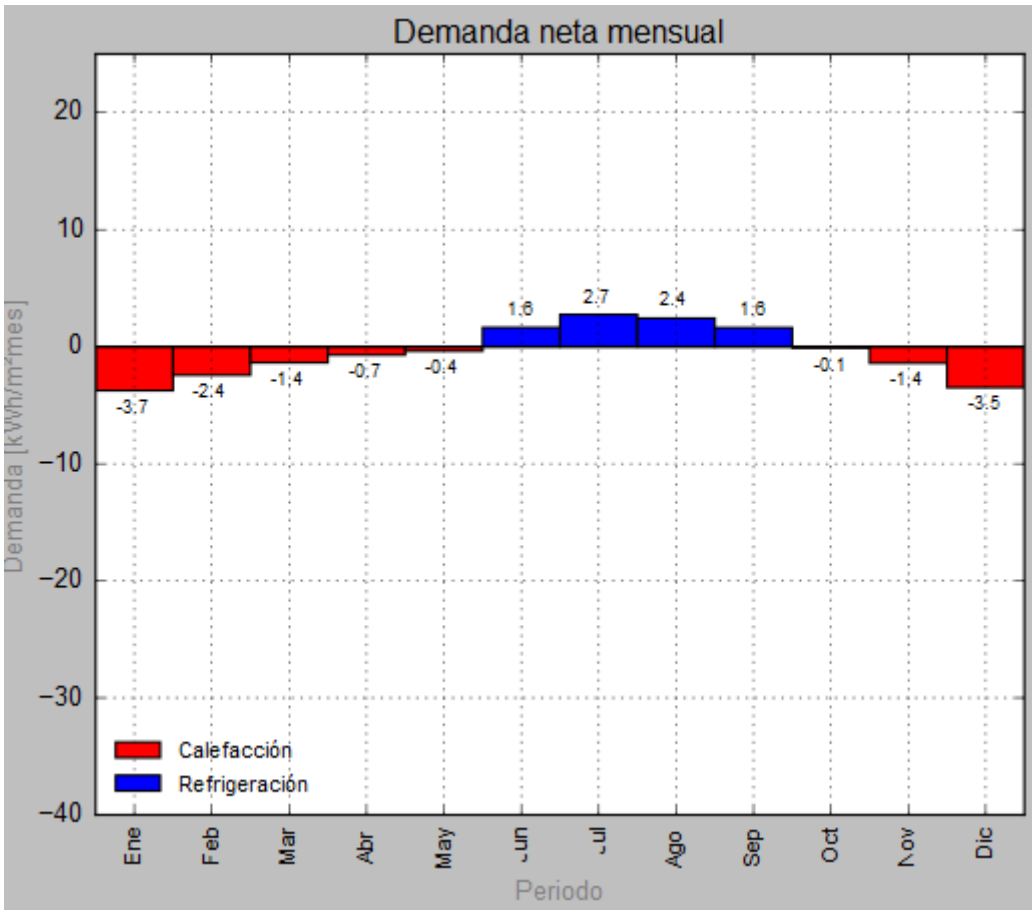


Imagen 3.4.5.1.2 demanda neta mensual Kwh/m². mes

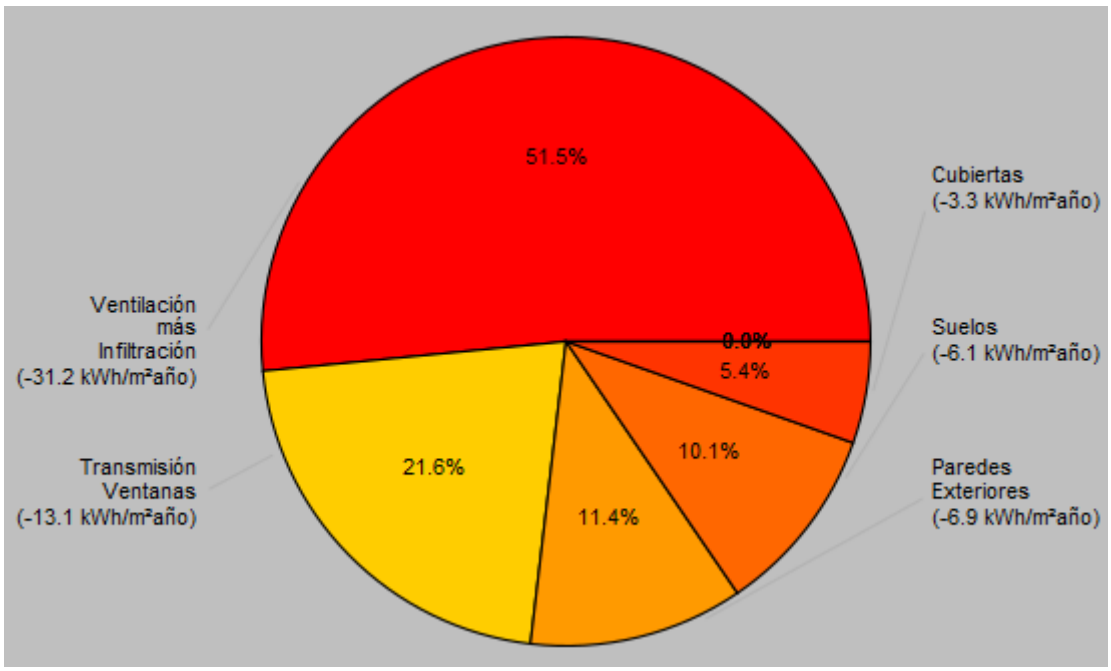


Imagen 3.4.5.1.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.5.2 Mediante hulc_res_v2.2:

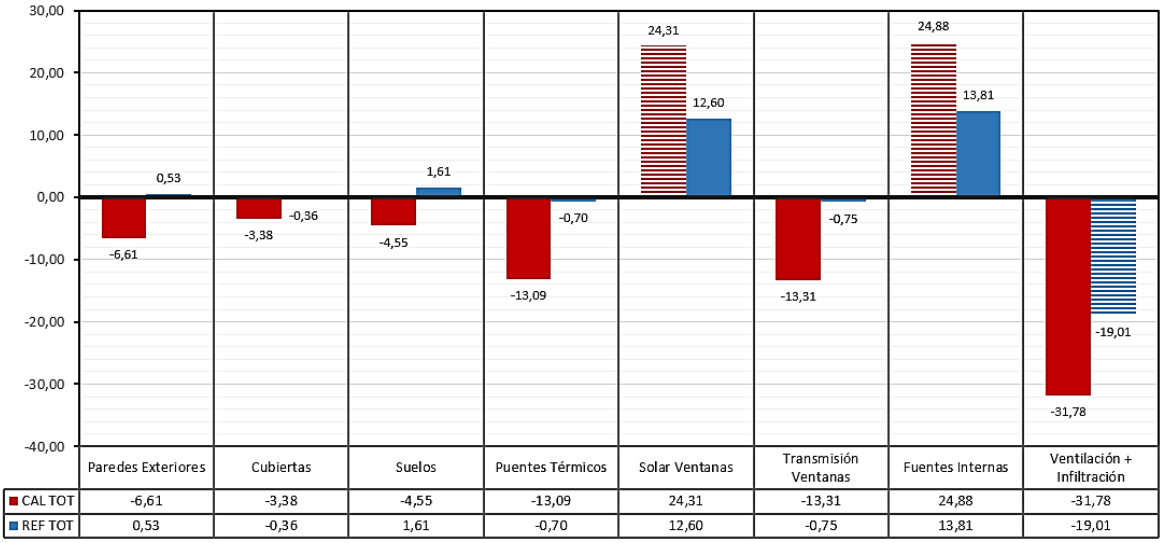
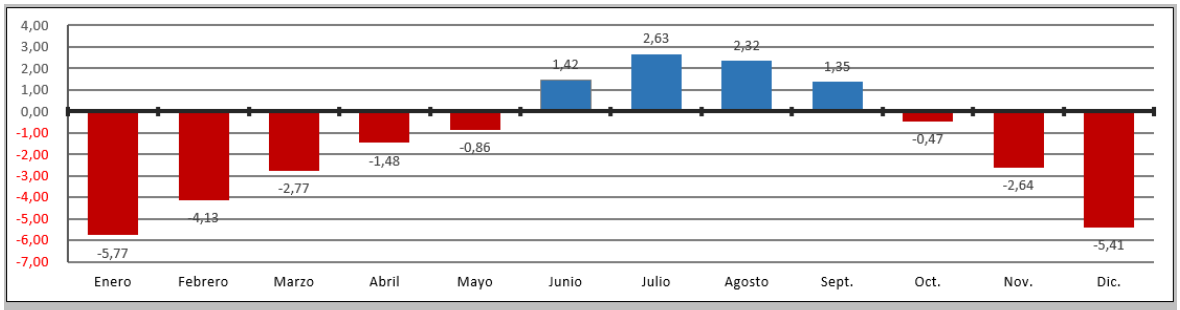


Imagen 3.4.5.2.1 demandas por componente Kwh/m^2. año



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Calefacción	-5,77	-4,13	-2,77	-1,48	-0,86	1,42	2,63	2,32	1,35	-0,47	-2,64	-5,41

Imagen 3.4.5.2.2 demanda neta mensual Kwh/m^2. mes

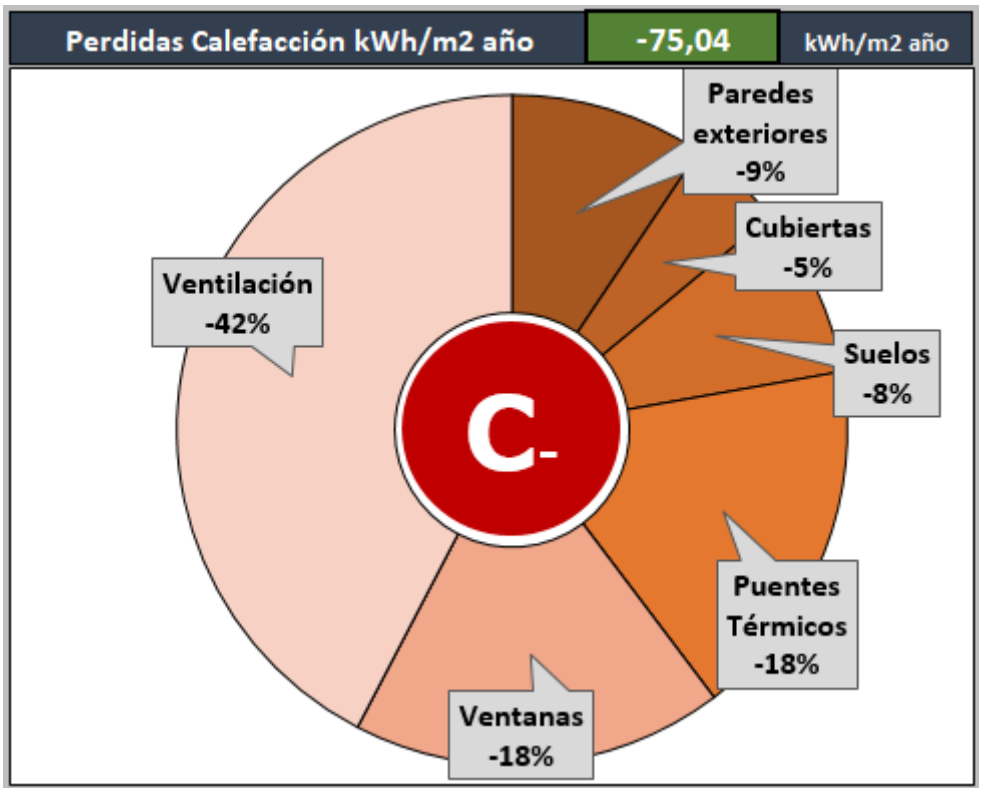


Imagen 3.4.5.2.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.6 ANALISIS VIVIENDA CON MEJORA DE AISLAMIENTOS YCALDERA DE LEÑA Y FOTOVOLTAICA

3.4.6.1 Mediante visol:

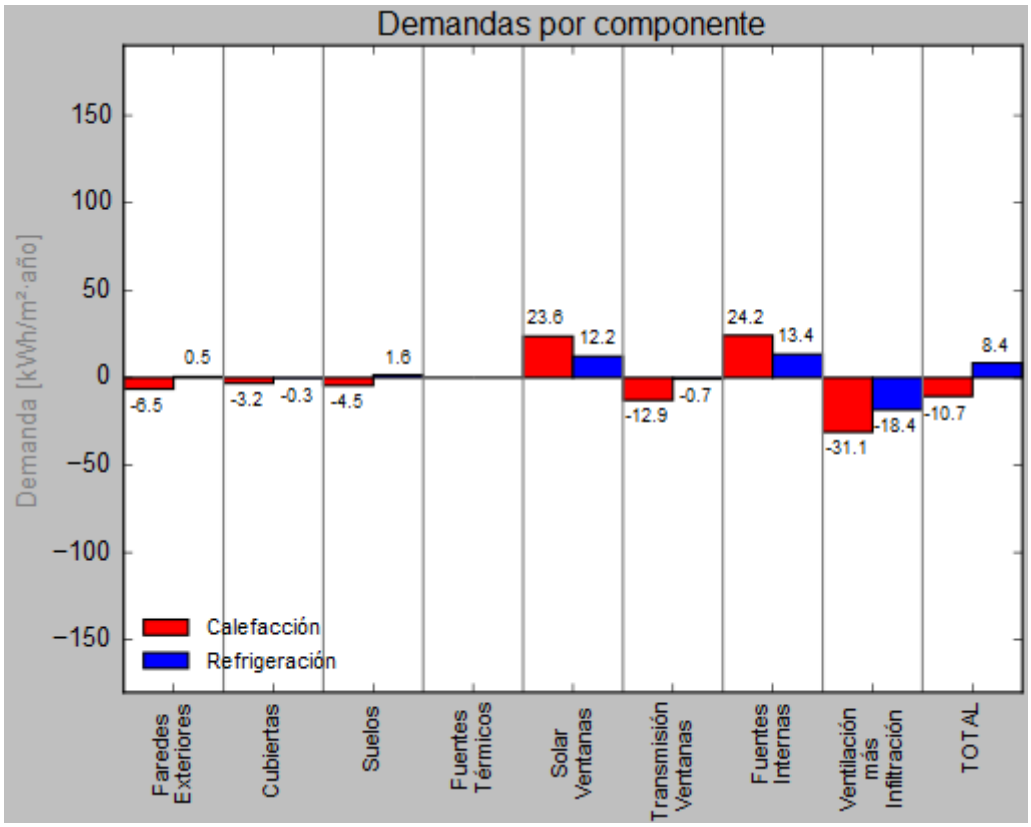


Imagen 3.4.6.1.1 demandas por componente Kwh/m^2. año

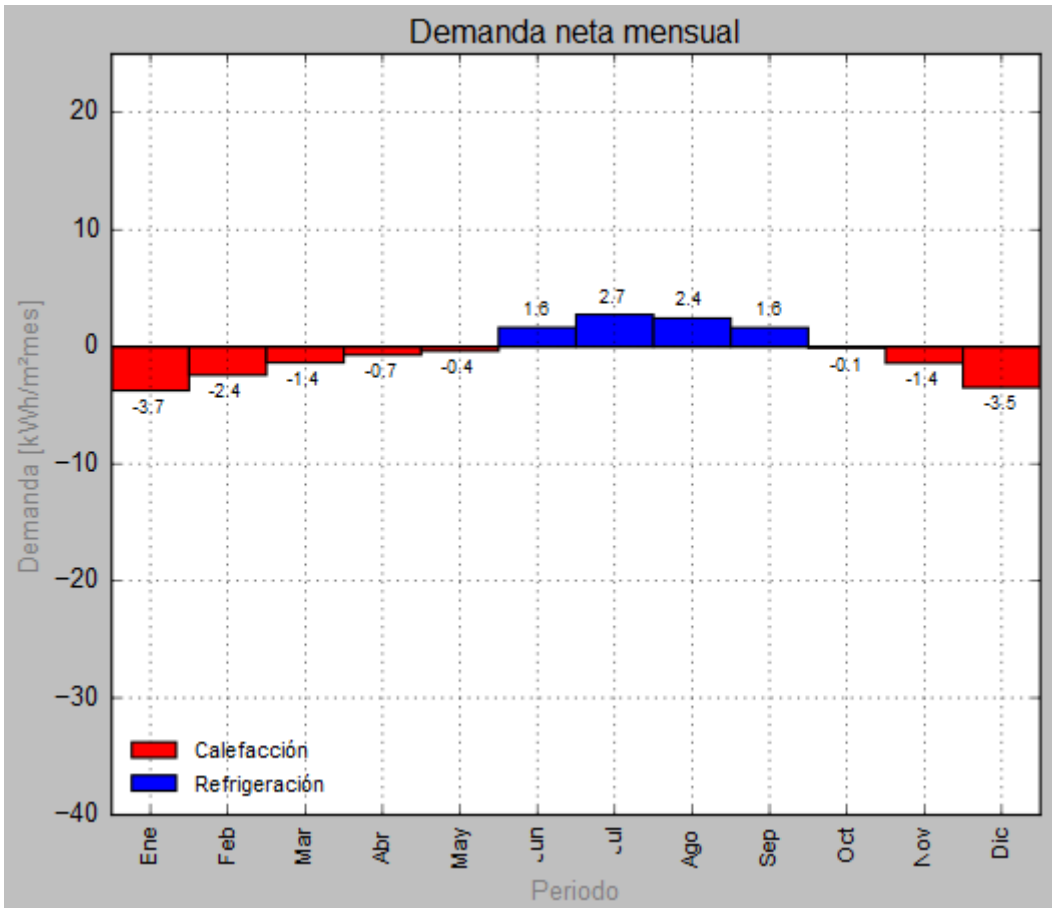


Imagen 3.4.6.1.2 demanda neta mensual Kwh/m². mes

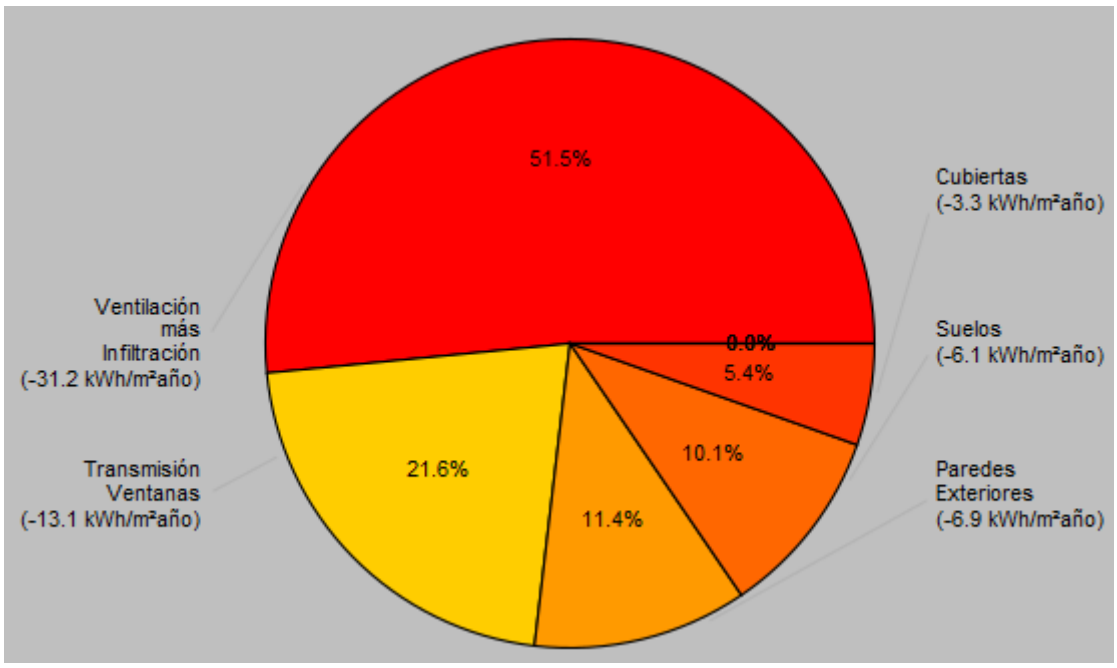


Imagen 3.4.6.1.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.6.2 Mediante hulc_res_v2.2:

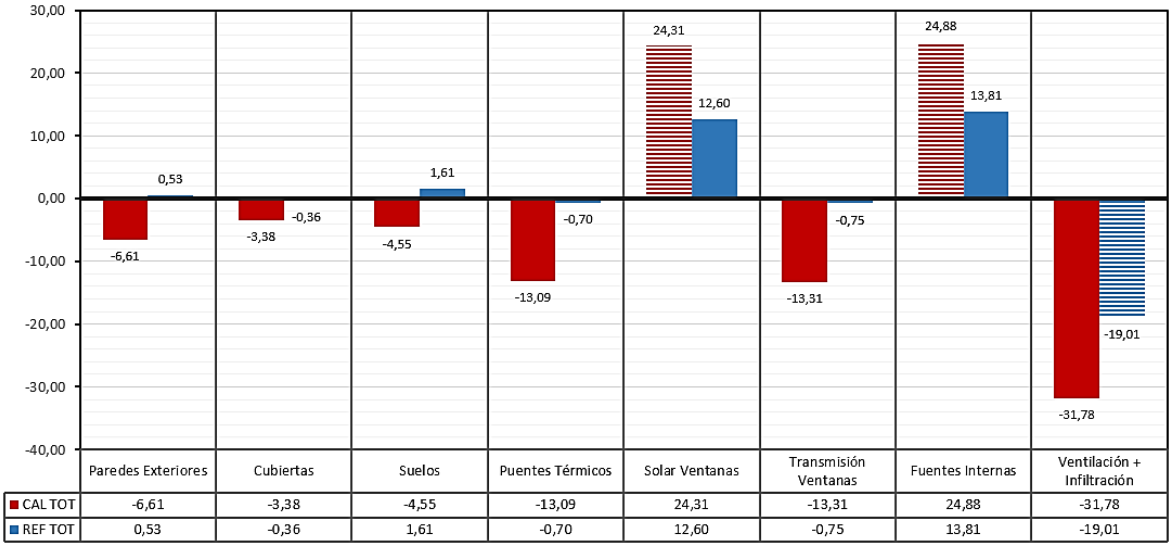
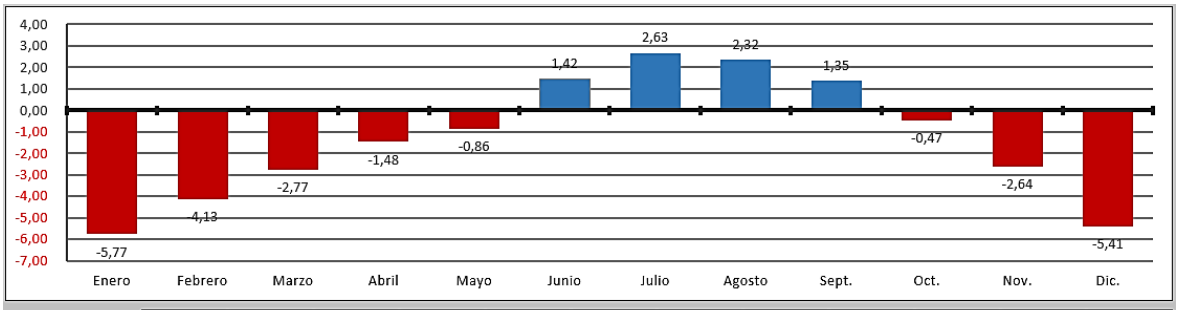


Imagen 3.4.6.2.1 demandas por componente Kwh/m^2. año



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Calefacción	-5,77	-4,13	-2,77	-1,48	-0,86	1,42	2,63	2,32	1,35	-0,47	-2,64	-5,41

Imagen 3.4.6.2.2 demanda neta mensual Kwh/m^2. mes

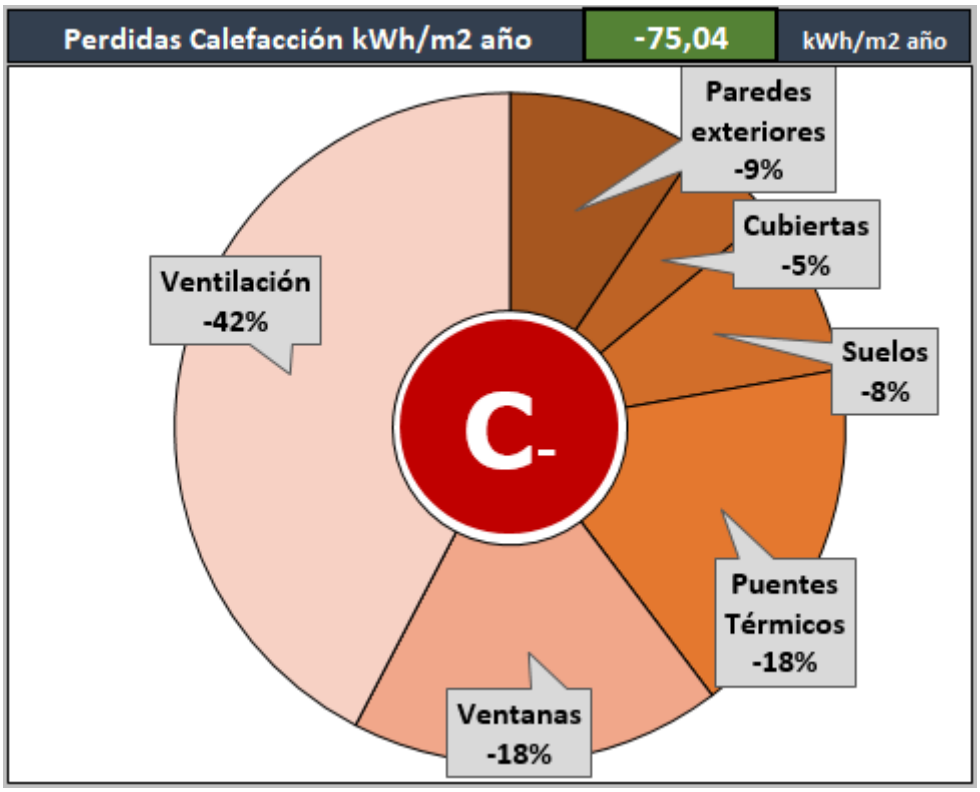


Imagen 3.4.6.2.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.7 ANALISIS VIVIENDA CON MEJORA DE AISLAMIENTOS YCALDERA DE PELLET Y FOTOVOLTAICA

3.4.7.1 Mediante visol:

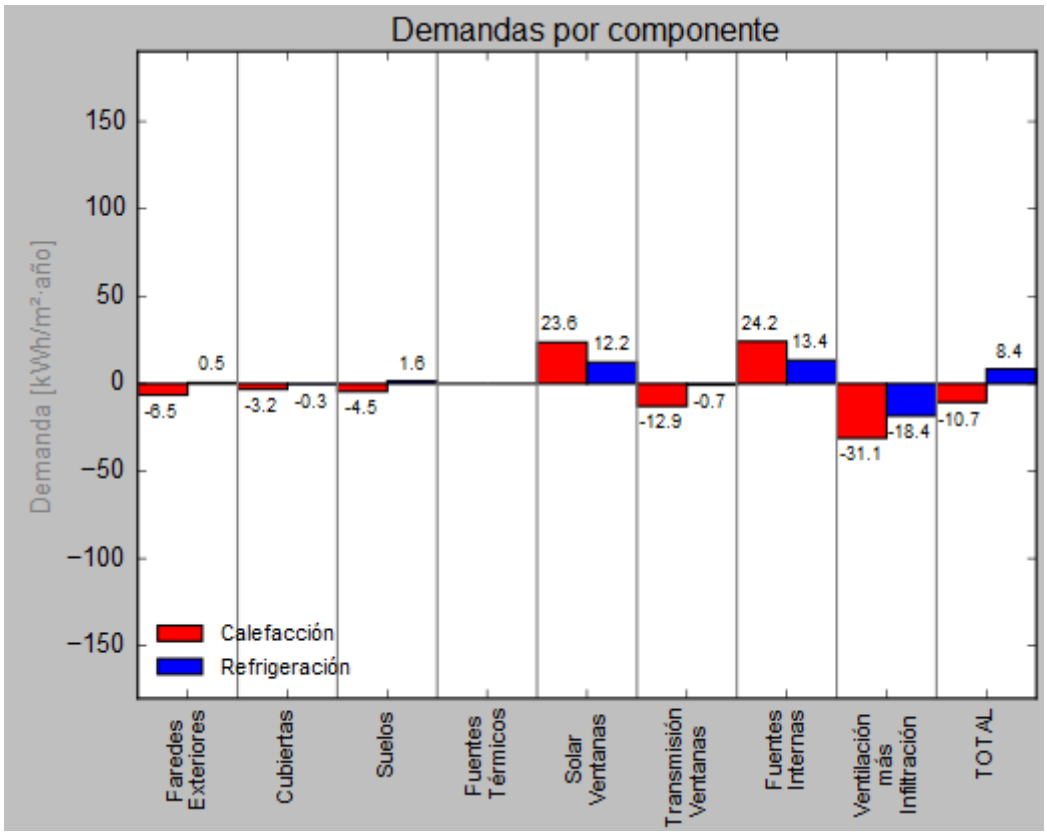


Imagen 3.4.7.1.1 demandas por componente Kwh/m². Año

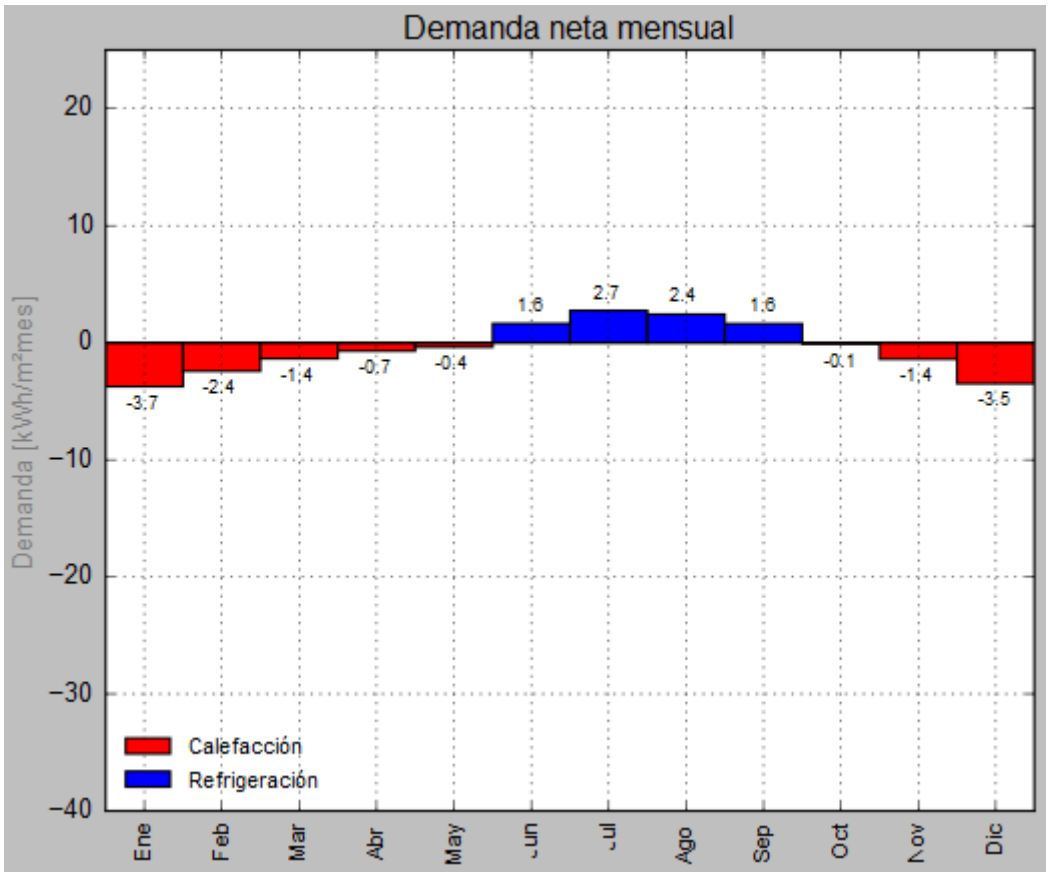


Imagen 3.4.7.1.2 demanda neta mensual Kwh/m². mes

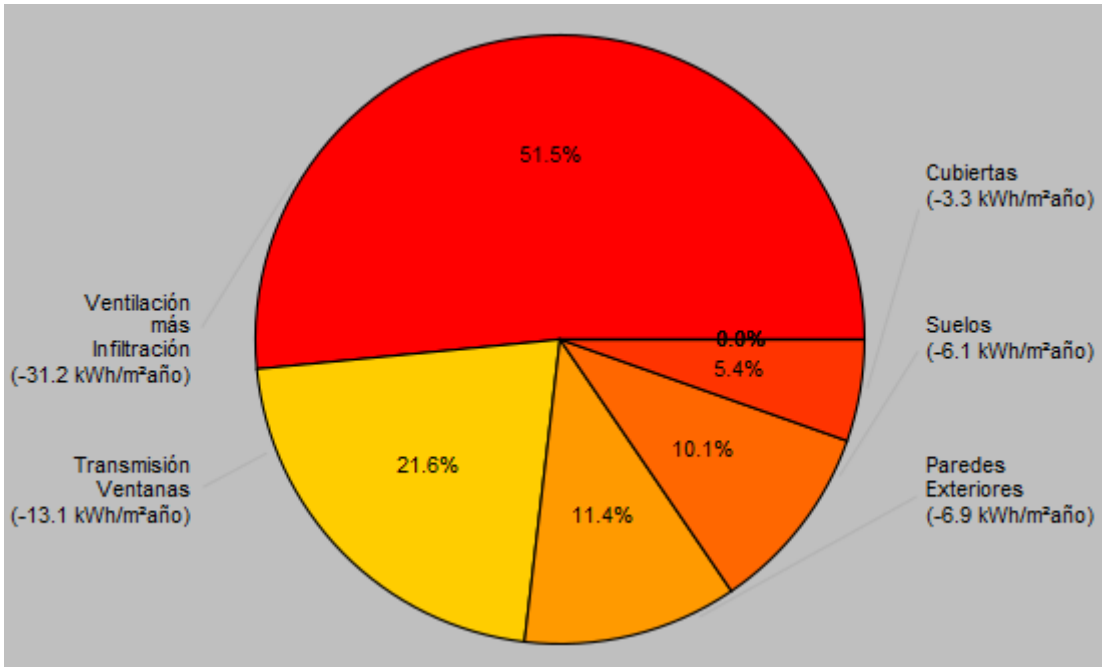


Imagen 3.4.7.1.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.7.2 Mediante hulc_res_v2.2:

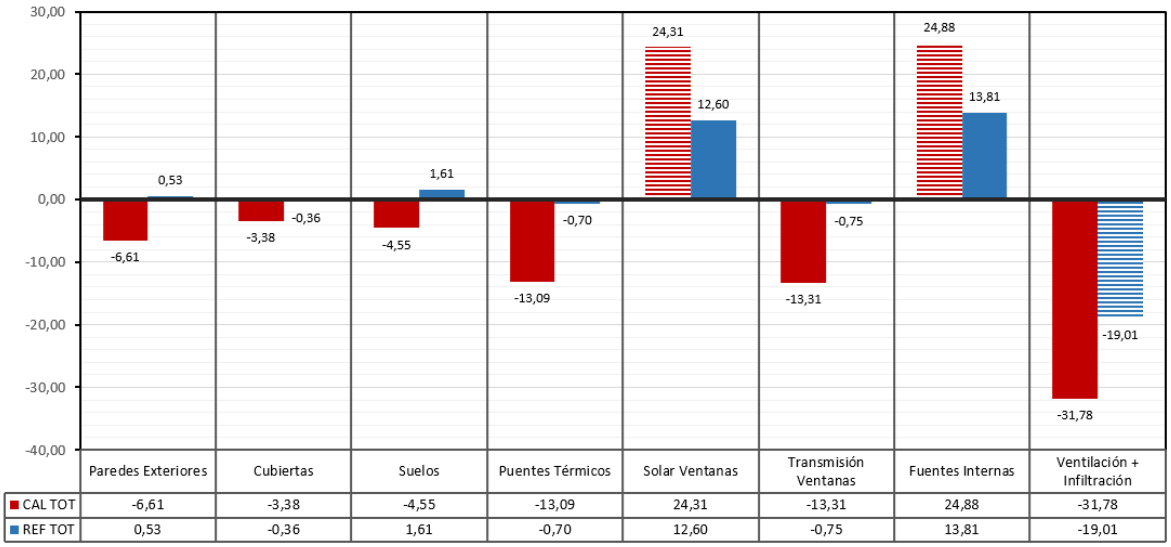


Imagen 3.4.7.2.1 demandas por componente Kwh/m². año

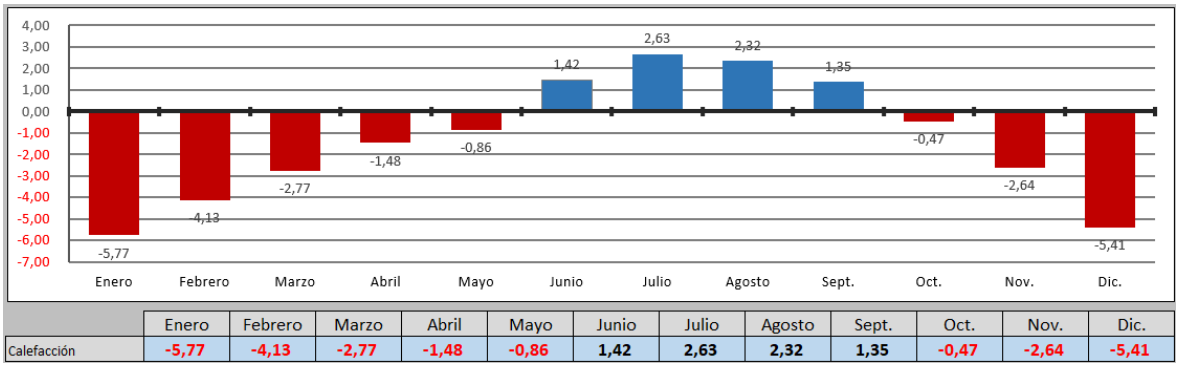


Imagen 3.4.7.2.2 demanda neta mensual Kwh/m². mes

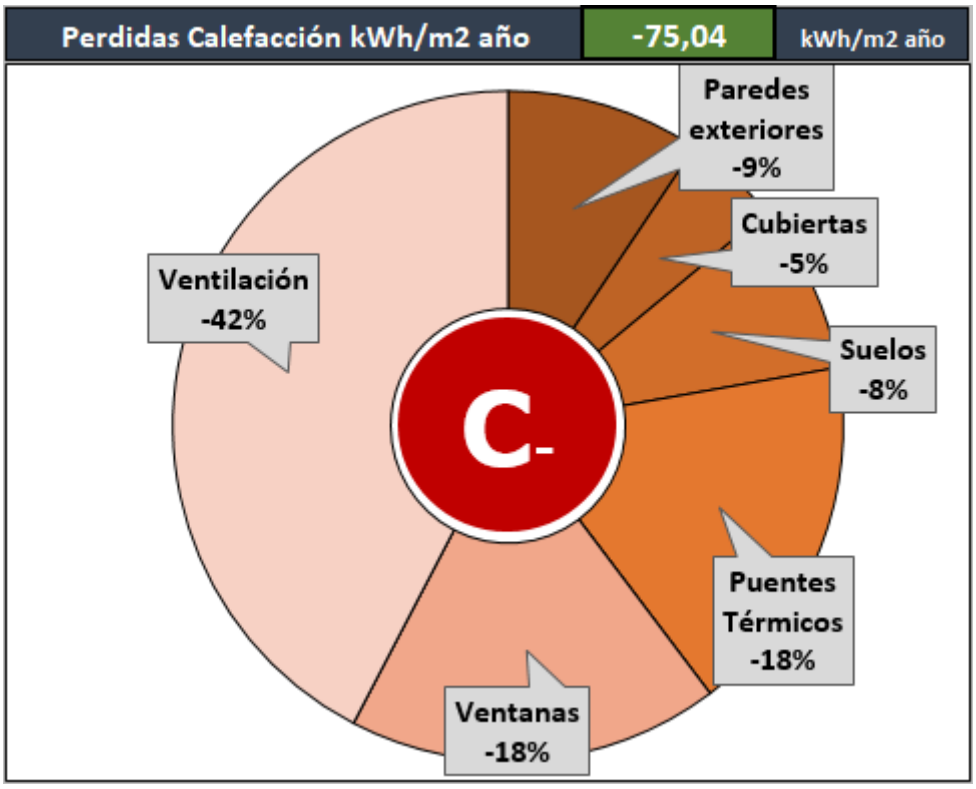


Imagen 3.4.7.2.3 % perdidas térmicas calefacción

3.4.8 Resumen de resultados

hulc_res_v2.2						
perdidas térmicas calefacción %	ventilación	paredes exteriores	cubiertas	suelos	puentes térmicos	ventanas
vivienda de partida	-19	-14	-15	-18	-15	-19
vivienda de partida mejora envolvente	-43	-9	-4	-8	-18	-18
caldera de leña	-42	-9	-5	-8	-18	-18
caldera de pellet	-42	-9	-5	-8	-18	-18
caldera de leña y fotovoltaica	-42	-9	-5	-8	-18	-18
caldera de pellet y fotovoltaica	-42	-9	-5	-8	-18	-18

Tabla 3.4.8.1 % perdidas térmicas calefacción hulc_res_v2.2

visol					
perdidas térmicas calefacción %	ventilación	paredes exteriores	cubiertas	suelos	ventanas
vivienda de partida	22,8	17	17,2	21	22,1
vivienda de partida mejora envolvente	52,3	11,4	4,6	10,1	21,7
caldera de leña	51,5	11,4	5,4	10,1	21,6
caldera de pellet	51,5	11,4	5,4	10,1	21,6
caldera de leña y fotovoltaica	51,5	11,4	5,4	10,1	21,6
caldera de pellet y fotovoltaica	51,5	11,4	5,4	10,1	21,6

Tabla 3.4.8.2 % perdidas térmicas calefacción VISOL

hulc_res_v2.2												
perdidas térmicas mensual Kwh/m2mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
vivienda de partida	-24,87	-19,13	-15,39	-10,22	-6,36	0,28	1,31	0,76	0,45	-4,64	-15,08	-23,58
vivienda de partida mejora envolvente	-5,74	-4,12	-2,77	-1,5	-0,87	1,43	2,64	2,33	1,36	-0,48	-2,63	-5,38
caldera de leña	-5,77	-4,13	-2,77	-1,48	-0,86	1,42	2,63	2,32	1,35	-0,47	-2,64	-5,41
caldera de pellet	-5,77	-4,13	-2,77	-1,48	-0,86	1,42	2,63	2,32	1,35	-0,47	-2,64	-5,41
caldera de leña y fotovoltaica	-5,77	-4,13	-2,77	-1,48	-0,86	1,42	2,63	2,32	1,35	-0,47	-2,64	-5,41
caldera de pellet y fotovoltaica	-5,77	-4,13	-2,77	-1,48	-0,86	1,42	2,63	2,32	1,35	-0,47	-2,64	-5,41

Tabla 3.4.8.3 demanda neta mensual Kwh/m^2. mes hulc_res_v2.2

visol												
perdidas térmicas mensual Kwh/m2mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
vivienda de partida	-20,1	-15,4	-12,2	-7,9	-4,4	0,5	1,4	0,9	0,7	-3,1	-11,9	-19,1
vivienda de partida mejora envolvente	-3,7	-2,4	-1,4	-0,7	-0,4	1,6	2,8	2,4	1,6	-0,1	-1,4	-3,5
caldera de leña	-3,7	-2,4	-1,4	-0,7	-0,4	1,6	2,7	2,4	1,6	-0,1	-1,4	-3,5
caldera de pellet	-3,7	-2,4	-1,4	-0,7	-0,4	1,6	2,7	2,4	1,6	-0,1	-1,4	-3,5
caldera de leña y fotovoltaica	-3,7	-2,4	-1,4	-0,7	-0,4	1,6	2,7	2,4	1,6	-0,1	-1,4	-3,5
caldera de pellet y fotovoltaica	-3,7	-2,4	-1,4	-0,7	-0,4	1,6	2,7	2,4	1,6	-0,1	-1,4	-3,5

Tabla 3.4.8.4 demanda neta mensual Kwh/m^2. VISOL

hulc_res_v2.2									
perdidas por componente Kwh/m2.año	paredes exteriores	cubiertas	suelos	puentes térmicos	solar ventanas	transmisión ventanas	fuente internas	ventilación +infiltración	total
vivienda de partida calefacción	-24,17	-24,48	-29,76	-25,29	25,36	-31,74	23,23	-32,42	-119,27
vivienda de partida refrigeración	-1,31	-0,55	-1,07	-0,39	12,69	-2,25	10,62	-14,95	2,79
vivienda de partida mejora envolvente calefacción	-6,59	-2,88	-4,5	-13,09	24,32	-13,29	24,68	-32,12	-23,47
vivienda de partida mejora envolvente refrigeración	0,53	-0,33	1,62	-0,7	12,6	-0,76	13,82	-19,03	7,75
caldera de leña calefacción	-6,61	-3,38	-4,55	-13,09	24,31	-13,31	24,88	-31,78	-23,53
caldera de leña refrigeración	0,53	-0,36	1,61	-0,7	12,6	-0,75	13,81	-19,01	7,73
caldera de pellet calefacción	-6,61	-3,38	-4,55	-13,09	24,31	-13,31	24,88	-31,78	-23,53
caldera de pellet refrigeración	0,53	-0,36	1,61	-0,7	12,6	-0,75	13,81	-19,01	7,73
caldera de leña y fotovoltaica calefacción	-6,61	-3,38	-4,55	-13,09	24,31	-13,31	24,88	-31,78	-23,53
caldera de leña y fotovoltaica refrigeración	0,53	-0,36	1,61	-0,7	12,6	-0,75	13,81	-19,01	7,73
caldera de pellet y fotovoltaica calefacción	-6,61	-3,38	-4,55	-13,09	24,31	-13,31	24,88	-31,78	-23,53
caldera de pellet y fotovoltaica refrigeración	0,53	-0,36	1,61	-0,7	12,6	-0,75	13,81	-19,01	7,73

Tabla 3.4.8.5 demandas por componente Kwh/m^2. año hulc_res_v2.2

visol									
perdidas por componente Kwh/m2.año	paredes exteriores	cubiertas	suelos	puentes térmicos	solar ventanas	transmisión ventanas	fuente internas	ventilación +infiltración	total
vivienda de partida calefacción	-23,9	-24,2	-29,5	0	24,5	-31,2	22,8	-32	-94,2
vivienda de partida refrigeración	-1,2	-0,5	-1	0	11,8	-2,1	9,9	-13,9	3,2
vivienda de partida mejora envolvente calefacción	-6,4	-2,7	-4,4	0	23,6	-12,9	23,8	-31,4	-10,7
vivienda de partida mejora envolvente refrigeración	0,5	-0,3	1,6	0	12,2	-0,7	13,4	-18,4	8,4
caldera de leña calefacción	-6,5	-3,2	-4,5	0	23,6	-12,9	24,2	-31,1	-10,7
caldera de leña refrigeración	0,5	-0,3	1,6	0	12,2	-0,7	13,4	-18,4	8,4
caldera de pellet calefacción	-6,5	-3,2	-4,5	0	23,6	-12,9	24,2	-31,1	-10,7
caldera de pellet refrigeración	0,5	-0,3	1,6	0	12,2	-0,7	13,4	-18,4	8,4
caldera de leña y fotovoltaica calefacción	-6,5	-3,2	-4,5	0	23,6	-12,9	24,2	-31,1	-10,7
caldera de leña y fotovoltaica refrigeración	0,5	-0,3	1,6	0	12,2	-0,7	13,4	-18,4	8,4
caldera de pellet y fotovoltaica calefacción	-6,5	-3,2	-4,5	0	23,6	-12,9	24,2	-31,1	-10,7
caldera de pellet y fotovoltaica refrigeración	0,5	-0,3	1,6	0	12,2	-0,7	13,4	-18,4	8,4

Tabla 3.4.8.6 demandas por componente Kwh/m^2. año VISOL

3.4.9 Conclusiones

Los programas difieren algo en sus resultados parece más restrictivo el hulc_res_v2.2 que el visol en los resultados, también hay que tener en cuenta que el visol no tiene en cuenta los puentes térmicos.

De las tablas se puede observar que al añadir las instalaciones tanto de biomasa como de fotovoltaica las perdidas térmicas de la vivienda casi no varían. Lo que es lógico pues solo sufrirían variación al modificar los aislamientos de la vivienda o si se instalara una ventilación con recuperación de calor, pues la ventilación es uno de los factores que influyen en las perdidas de la vivienda.

Cualesquiera de los dos programas son muy útiles a la hora de conseguir certificar una vivienda pues nos van indicar donde hay que mejorar la envolvente del edificio

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXO V INSTALACION DE CALEFACCION

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.5 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.5.1OBJETIVO

El objetivo de este anexo es el cálculo y dimensionamiento de la Instalación de Calefacción para la vivienda después de añadir las mejoras en los cerramientos.

Para lograr dicho objetivo, se optará por la instalación centralizada de calefacción y acs con la instalación de radiadores, pues se barajó la instalación de suelo radiante, pero esto supone una fuerte inversión por las obras necesarias y se optó por utilizar los radiadores existentes adaptándolos a las necesidades energéticas de cada zona.

3.5.2 NORMATIVA

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Térmicas Complementarias, aprobadas por el Real Decreto 1027/2007de 20 de Julio.

- Normas Tecnológicas del Ministerio de la Vivienda (NTE-ISV/1975 sobre construcción de conductos de evacuación y chimeneas (B.O.E. de 5 y 12 de Julio de 1975).
- Real Decreto 1630/1992 por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 9/106/CEE.

- Real Decreto 275/1995 de 24 de Febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 94/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva del Consejo 93/68/CE Directiva del Consejo 93/76/CEE referente a la limitación de las emisiones de dióxido de Carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE).

- Real Decreto 276/1995, de 24 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1428/1992 de aplicación de la directiva 90/396/CEE, sobre aparatos de gas (B.O.E 27/03/1995).

- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican el CTE DB SI aprobado por el R.D 314/2006, de 17 de marzo, y el R.D 1371/2007, de 19 de octubre (B.O.E 23/10/2007).

- Ley 34-2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).

3.5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

3.5.3.1 Calefacción por radiadores:

Se ha optado por este tipo de instalación ya que es la más económica en este caso, si bien desde el punto vista técnico sería mucho más eficiente una instalación de suelo radiante

Imagen 3.5.3.1.1 radiadores roca hierro fundido

Se ha dimensionado un sistema de calefacción centralizado que utiliza agua caliente como fluido portador. Como generador se proyecta una caldera mixta de biomasa densificada (pellet).

La temperatura de ida es de 80ºC y la de retorno 60ºC según RITE. Se distribuye por una red de tuberías de polietileno con alma de aluminio hasta cada uno de los emisores, siendo recirculada por la electrobomba incorporada en la propia caldera.

El sistema de distribución es bitubular con derivaciones individuales a cada emisor, el trazado y diámetro están indicados en este anexo y en los respectivos planos.

Los emisores serán los existentes en la vivienda, pero adaptados a las nuevas necesidades energéticas, se anclarán a los paramentos verticales mediante soportes. Cada emisor dispondrá de una llave de doble reglaje con cabezal termostático que garantizará una regulación de temperatura individual en cada una de las estancias y un detentor que permitirá su correcto equilibrado y en caso de avería su sustitución sin necesidad de vaciar la instalación, dispondrá además de un purgador y un tapón.

Las tuberías serán cobre, y discurrirán embebidas en el recrecido del forjado, protegidas con coquilla de aislamiento o tubo corrugado semirrígido de colores normalizados, de tal forma que permita el libre movimiento de las conducciones durante los procesos de dilatación y contracción. Tendrán consideración de puntos fijos las uniones de la conducción con las válvulas de cada uno de los emisores, esto es llave de reglaje y detentor.

La caldera y el colector de retorno dispondrán de una llave de desagüe para el vaciado de la instalación y que estará conectado de forma visible con su desagüe correspondiente. La alimentación del sistema se realizará desde la red de fontanería fría mediante una llave incorporada al propio generador.

Se dispondrá, así mismo, de la correspondiente línea de alimentación eléctrica independiente para la caldera desde el cuadro eléctrico de la vivienda, según la potencia prevista por el fabricante de ésta. Los mecanismos de protección y maniobra propios de la caldera están incorporados en ella. La instalación estará

dotada de los elementos de seguridad, regulación y señalización necesarios para su correcto funcionamiento, y que se detallan a continuación

REGULACIÓN:

- Termostato de regulación de calefacción incorporado en caldera con modulación escalonada.
- Termostato sanitario para la producción de ACS.
- Regulación individual de temperatura ambiente en cada local mediante llaves termostáticas a la entrada de los paneles emisores actuando de forma automática sobre el caudal de agua de entrada a los mismos.

SEGURIDAD:

- Vaso de expansión, válvula de seguridad y manómetro incorporados en la caldera.
- Termostato de máxima incorporado en la caldera con rearme manual.
- Presostato de circulación.
- Termostato, sonda o presostatos de humos.
- Válvula de gas con operador eléctrico, estabilizador, y válvula magnética.
- Control de llama del quemador por termopar.
- Dispositivo de corte alimentación eléctrica en cuadro vivienda.

Se evacuan los productos de combustión producidos en la caldera de ACS y calefacción mediante tubo individual de diámetro 125 mm hasta la cubierta.

De acuerdo con las IT 02.2 e IT 03.5, y para garantizar un uso racional de la energía, se diseña la instalación conforme a los siguientes criterios:

La temperatura interior media de los locales calefactados no será superior a 21ºC, cumpliendo con las siguientes limitaciones:

La temperatura resultante medida a 1.5 m del suelo en el centro de los locales nunca sobrepasará los 22ºC ni será inferior a 18 ºC; la temperatura resultante a

1.8 m. del suelo no será superior en 2ºC ni inferior en 4ºC a la temperatura resultante a nivel del suelo.

Si el exterior de un local es otro local no calefactado, terreno, etc. se emplearán para el cálculo los valores que resulten de aplicar tablas de reconocida solvencia que se ajustan a las recomendaciones técnicas vigentes.

La caldera garantizará un rendimiento superior al mínimo establecido en la IT 04.9.

La regulación del sistema de calefacción será individual en cada estancia mediante válvulas termostáticas en los diferentes emisores.

Se aislarán térmicamente todas las tuberías que discurran por locales no calefactados, de forma que se garantizan que las pérdidas térmicas horarias globales por el conjunto de conducciones que discurren por dichos locales no superarán el 5% de la potencia útil instalada.

Los sistemas de producción de ACS y calefacción serán alternativos, con sistemas de control de temperatura independientes y con prioridad al servicio de ACS, así como control automático de la instalación a través de la sonda de retorno.

3.5.4 CÁLCULOS

A continuación, se describirán los pasos seguidos para el cálculo de la instalación de calefacción. Primero se detallan los cálculos de los valores de los coeficientes necesarios para hallar las pérdidas, posteriormente se aplicarán las fórmulas de pérdidas caloríficas necesarias

3.5.4.1 Zona climática

El edificio objeto de cálculo se encuentra en el Ayuntamiento Ferrol, provincia de A Coruña, perteneciente a la zona climática C1 según el Documento Básico HE1 del Código Técnico de la Edificación.

3.5.4.2. Coeficientes de diseño

Para calcular los coeficientes de diseño se han usado los valores obtenidos para los cerramientos en HULC. Los coeficientes de transmisión serán los siguientes:

- **Cerramiento exterior**

Nombre Cerramiento_exterior

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
2	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [	0,120	0,025	38	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
4	Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm <	0,090	0,212	630	1000	
5	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,020	0,046	30	1000	
6	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
7	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,445	1000	1000	
8	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
9						

Grupo Material Morteros
Material Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 12!
0,020 Espesor (m)
Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar
U 0,16 W/(m²K)

Imagen 3.5.4.2.1 cerramientos exteriores

Este cerramiento tiene un coeficiente de transmisión de 0,16 W/(m^2.K).

- **Forjado interior horizontal**

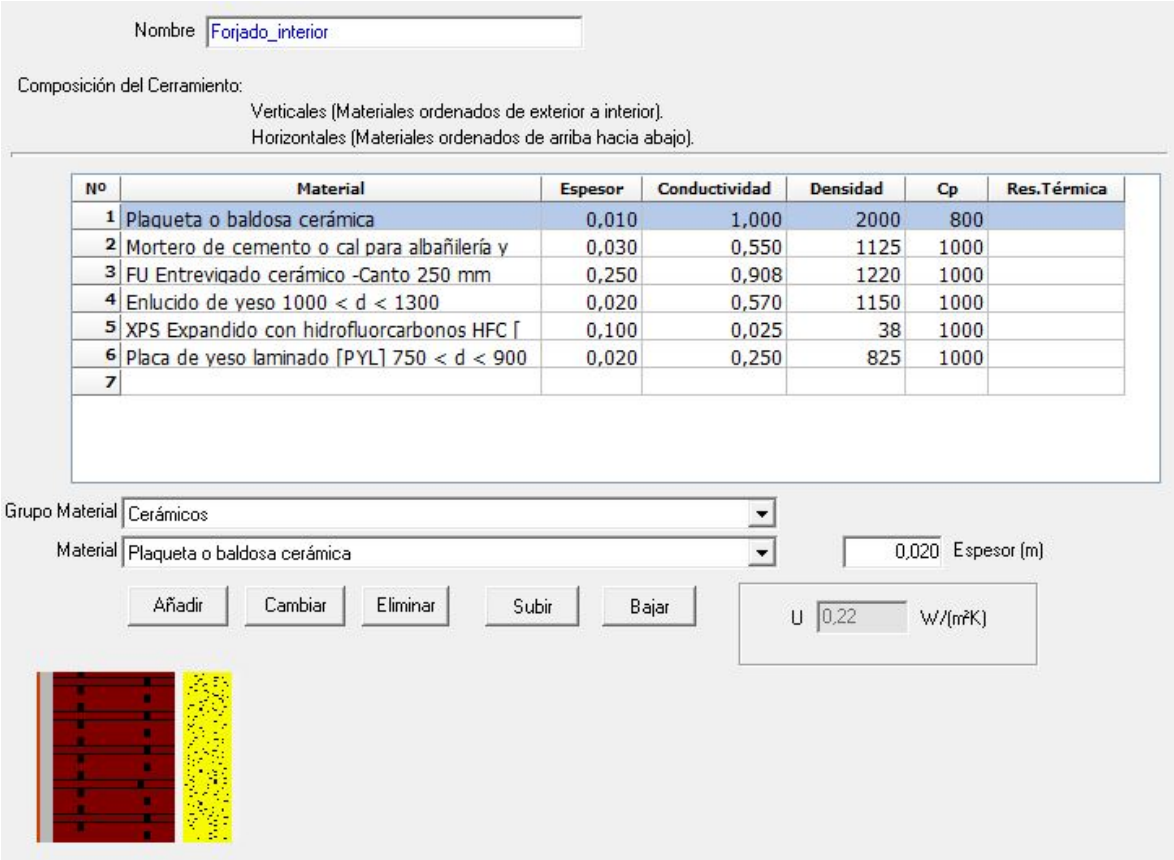


Imagen 3.5.4.2.2 forjado interior horizontal

Este cerramiento tiene un coeficiente de transmisión de 0,22 W/(m^2.K).

- **Forjado bajo cubierta**

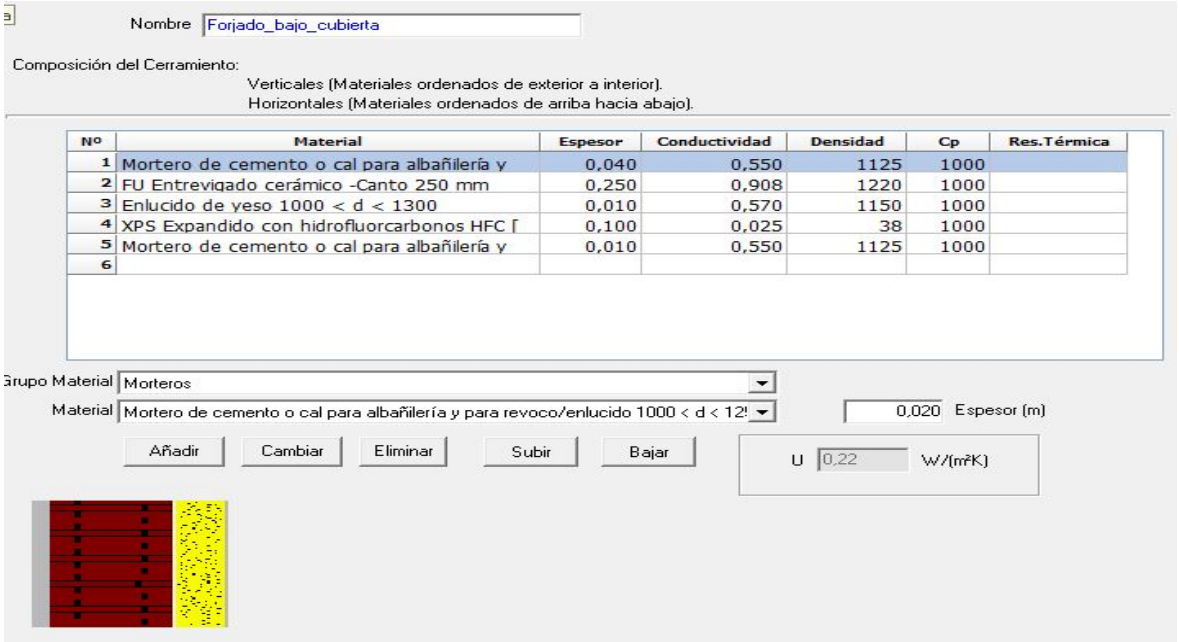


Imagen 3.5.4.2.3 Forjado bajo cubierta

Este cerramiento tiene un coeficiente de transmisión de 0,22 W/(m^2.K).

- **Muro sótano**

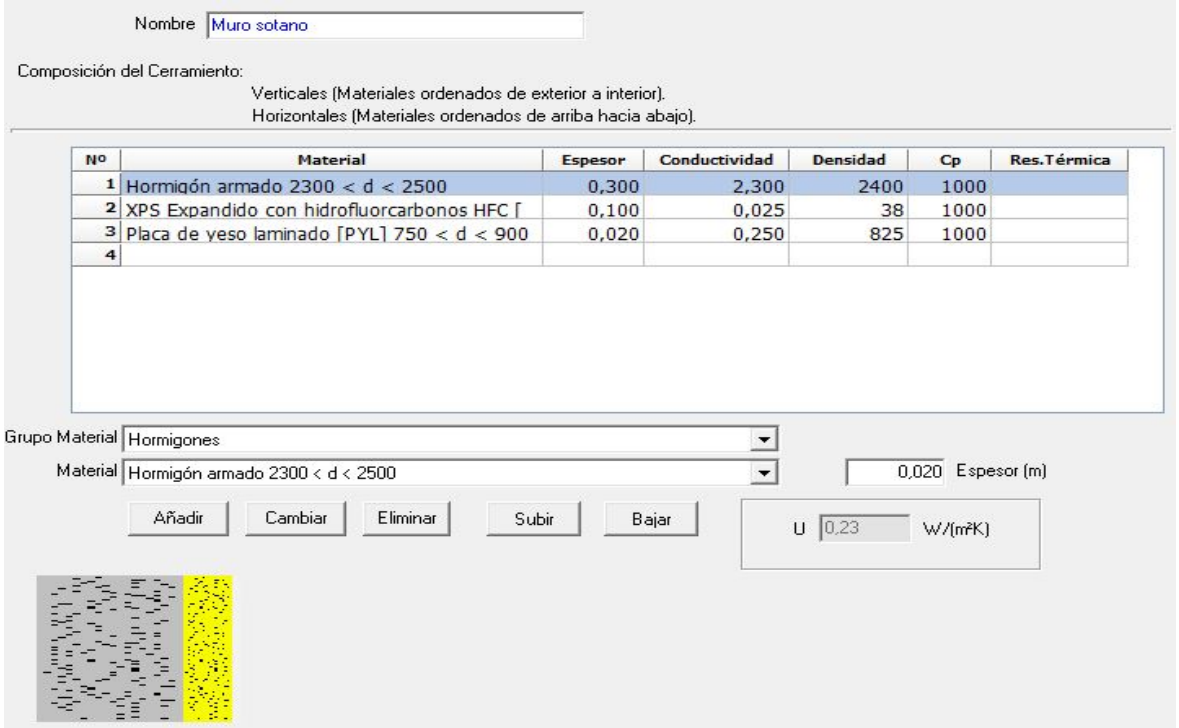


Imagen 3.5.4.2.4 Muro sótano

Este cerramiento tiene un coeficiente de transmisión de 0,23 W/(m^2.K).

- **Partición interior vertical**

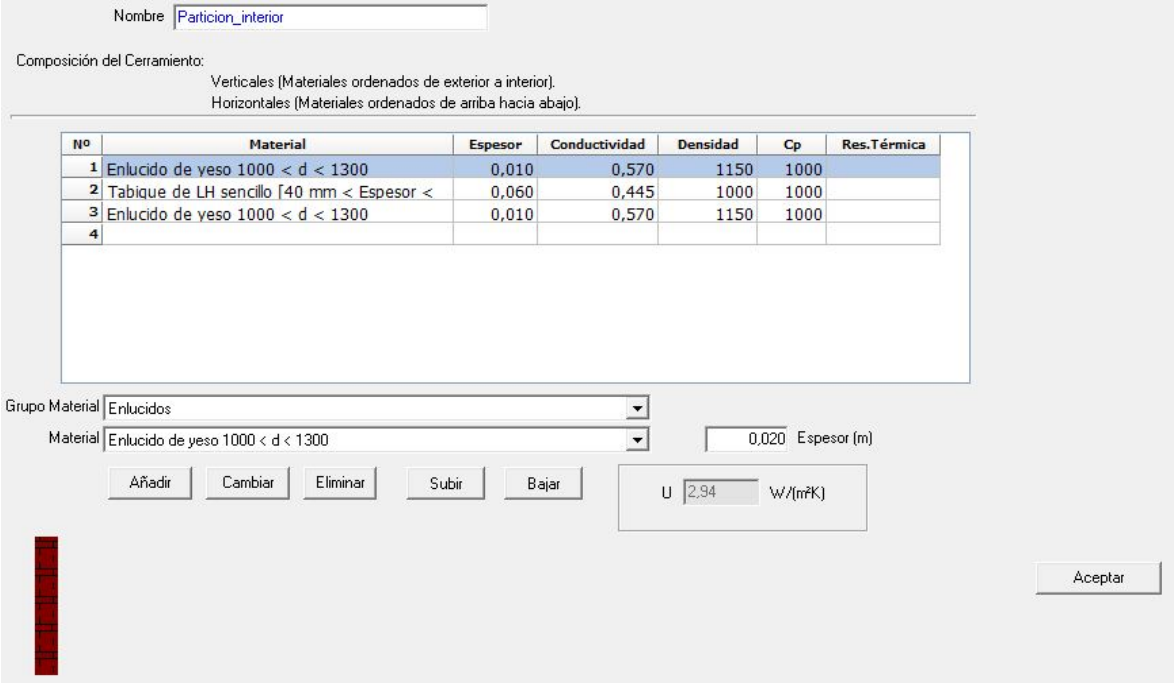


Imagen 3.5.4.2.5 Partición interior vertical

Este cerramiento tiene un coeficiente de transmisión de 2,94 W/(m^2.K).

- **Solera**

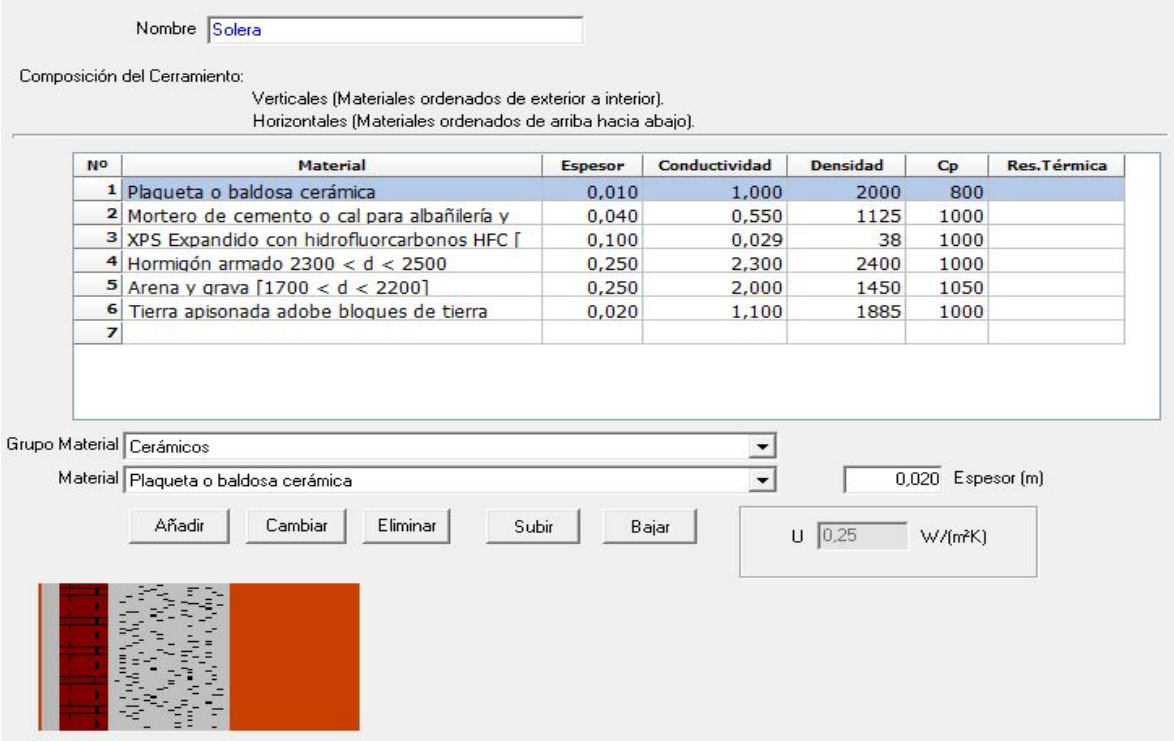


Imagen 3.5.4.2.6 Solera

Este cerramiento tiene un coeficiente de transmisión de 0,25 W/(m^2.K).

- **Tejado**

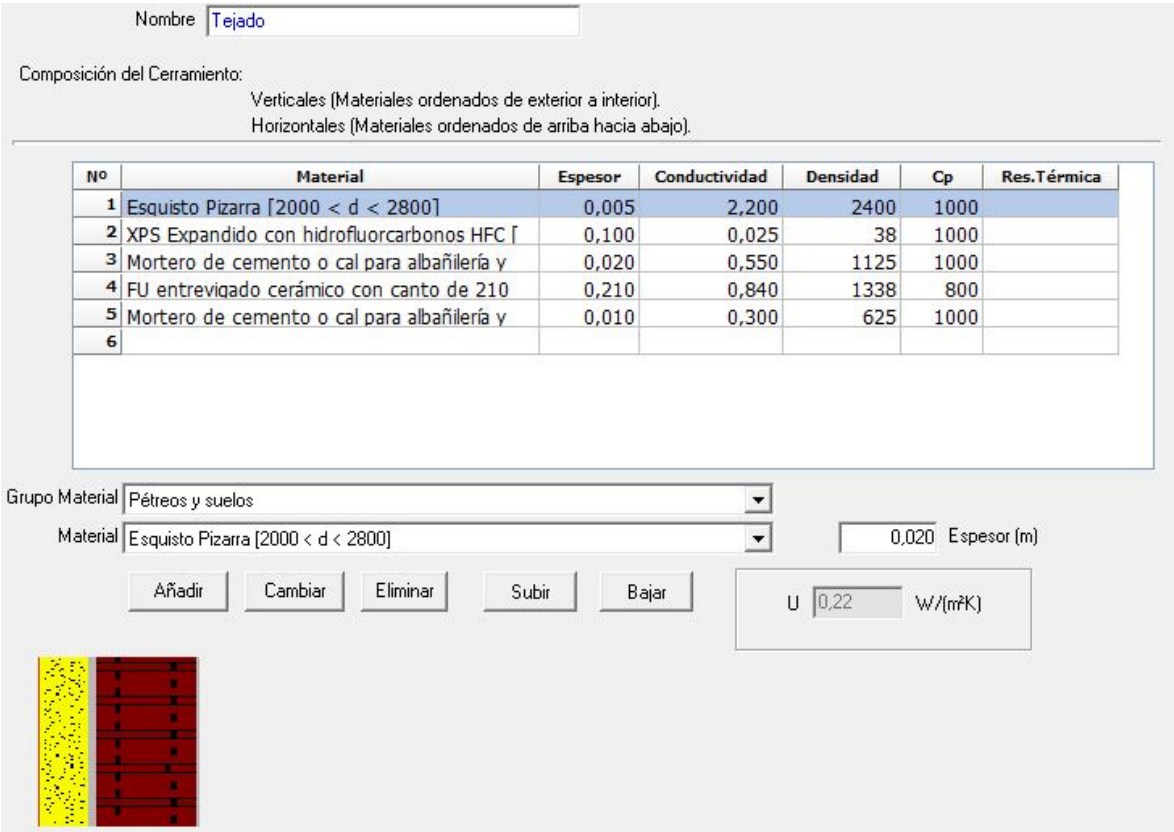


Imagen 3.5.4.2.7 Tejado

Este cerramiento tiene un coeficiente de transmisión de 0,22 W/(m^2.K).

- **Ventanas**

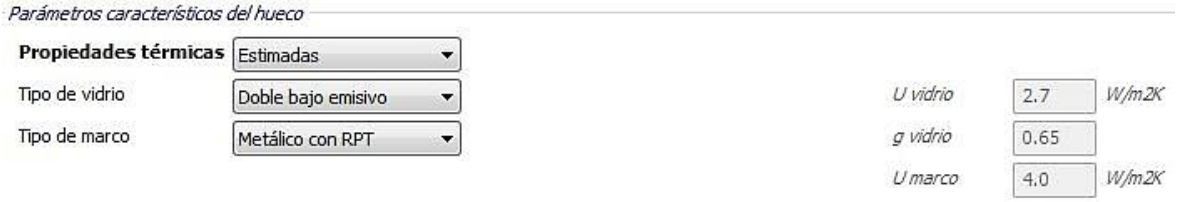


Imagen 3.5.4.2.8 Ventana

Este cerramiento consideramos un coeficiente de transmisión de 2,7 W/(m^2.K).

- **Puertas**

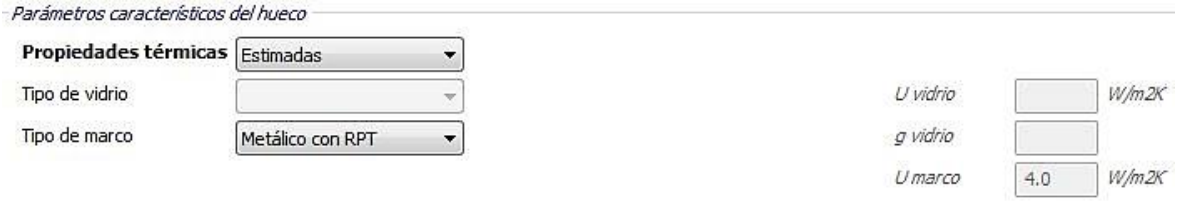


Imagen 3.5.4.2.9 Puerta

Este hueco consideramos un coeficiente de transmisión de 4 W/(m^2.K).

Los coeficientes de transmisión usados quedan resumidos en la siguiente tabla.

CERRAMIENTOS	U(W/m^2 ºC)
CERRAMIENTO EXTERIOR	0,16
FORJADO INTERIOR HORIZONTAL	0,22
FORJADO BAJO CUBIERTA	0,22
SOTANO	0,23
PARTICION INTERIOR VERTICAL	2,94
SOLERA	0,25
TEJADO	0,22
VENTANAS	2,7
PUERTAS	4

Tabla 3.5.4.2.1 coeficientes de transmisión

3.5.4.2.1 Coeficientes de orientación

Es un coeficiente que se aplicará a cada local en función de la orientación en la que esté situada su fachada.

S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	ORIENTACIÓN
0	7	15	22	25	18	12	7	%

Tabla 3.5.4.2.1.1 Coeficientes de orientación

3.5.4.2.2 Coeficientes de intermitencia

Se aplica teniendo en cuenta las interrupciones de servicio.

COEFICIENTES DE INTERMITENCIA	
VIVIENDAS	10%
OFICINAS E INDUSTRIAS	20%

Tabla 3.5.4.2.2.1 Coeficientes de intermitencia

3.5.4.3 Temperaturas de diseño

Las temperaturas de cálculo se han obtenido de acuerdo a lo especificado en la Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto (IDAE).

Guía técnica

Condiciones climáticas exteriores de proyecto

Provincia	Estación	Indicativo
A Coruña	A Coruña (Estación completa)	1387

UBICACIÓN: CENTRO CIUDAD

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.
58	43°22'02"	08°25'10"W

Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

T. seca	Hum. relativa	T. terreno	Rad
87.600 (1998-2007)	(2)18.980 (1998-2007)	14.600 (1998-2007)	58.384 (1998-2007)

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
0,6	4,4	5,6	8,0	77	21,6

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
34,5	26,0	20,5	24,3	19,8	23,0	19,2	10,8

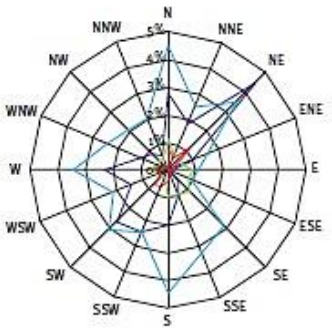
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)
20,6	26,1	19,8	24,8	19,2	23,6

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	11,0	11,8	128	280	0	1,5	10,6
Febrero	10,9	12,0	119	257	0	2,5	10,9
Marzo	12,5	13,6	89	234	1	3,4	12,7
Abril	12,7	13,7	77	219	0	4,6	14,3
Mayo	14,9	15,8	34	160	2	5,6	17,1
Junio	17,6	18,5	5	86	12	6,2	20,1
Julio	18,8	19,7	1	53	16	6,2	21,6
Agosto	19,5	20,4	0	38	21	5,6	22,1
Septiembre	18,4	19,7	2	60	13	4,2	20,6
Octubre	16,2	17,4	18	123	5	2,5	17,5
Noviembre	13,0	14,0	71	210	0	1,6	13,7
Diciembre	11,4	12,3	116	267	0	1,3	11,2

Rosa de los vientos: velocidad media 3,43 m/s



Valores normales. Periodo 1971-2000. A Coruña
Rosa de los vientos. Anual

- 0,5-2 m/sg
- 2-4 m/sg
- 4-8 m/sg
- > 8 m/sg

Calmas: 17%

Imagen 3.5.4.3.1 Condiciones climáticas exteriores en A Coruña.

Datos referidos a calefacción:

- TS (99,6 %): temperatura seca (ºC) de la localidad con un percentil del 99,6%.
- TS (99%): temperatura seca (ºC) de la localidad con un percentil del 99%.
- TSMIN: temperatura seca (ºC) mínima registrada en la localidad.
- OMDC: oscilación media diaria (ºC) (máxima-mínima diaria) de los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil del 99%.
- HUMcoin: Humedad relativa media coincidente (%) (se da a la vez que se tiene el nivel percentil del 99% en temperatura seca).

El resto de valores de temperaturas de diseño se han obtenido de acuerdo a lo especificado en el RITE 2013 para la temperatura interior y de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Meteorología para la exterior los resultados obtenidos son los que se resumen en la siguiente tabla:

TEMPERATURAS DE DISEÑO	
Text	5,6
Tint	21

Tabla 3.5.4.3.1 temperaturas de diseño

3.5.4.4 Cargas térmicas

Son las pérdidas caloríficas que se producen en los locales objeto de instalación. Estas, se dividen en 3 tipos:

- Pérdidas por transmisión
- Pérdidas por ventilación
- Pérdidas por puentes térmicos

Aplicando los coeficientes anteriormente descritos y calculados, sacaremos estas pérdidas para posteriormente sumándolas, definir las características y dimensiones concretas de la instalación.

3.5.4.4.1 Pérdidas por transmisión en los cerramientos.

La fórmula usada para el cálculo de las pérdidas por transmisión es:

$$Q_T = S \cdot U \cdot (T_i - T_e) \qquad (3.5.4.4.1.1)$$

Dónde:

Q_T: pérdida por transmisión.

S: superficie del cerramiento.

U: coeficiente de transmisión del cerramiento

T_i: temperatura interior del edificio.

T_e: temperatura exterior.

3.5.4.4.2. Pérdidas por ventilación.

Para el cálculo de las pérdidas por ventilación se usa la siguiente fórmula:

$$Q_V = c_p \cdot \rho \cdot \eta \cdot (T_i - T_e) \cdot 1{,}162 \qquad (3.5.4.4.2.1)$$

Dónde:

Q_V: pérdida por ventilación.

c_p: calor específico del aire (0,24 kcal/kg.ºC).

ρ: densidad del aire (1,205 kg/m^3).

η: nº de renovaciones por hora (m^3/h).

T_i: temperatura interior del edificio.

T_e: temperatura exterior.

Las renovaciones se obtienen del CTE en el DB-HS3

.

3.5.4.4.3. Pérdidas por puentes térmicos.

La fórmula usada para calcular las cargas por puentes térmicos es:

$$Q_P = L \cdot \phi \cdot (T_e - T_i) \qquad (3.5.4.4.3.1)$$

Dónde:

Q_P: pérdidas por puentes térmicos.

L: longitud del puente térmico.

φ: coeficiente de transmisión.

T_i: temperatura interior del edificio.

T_e: temperatura exterior.

3.5.4.4.4. Pérdidas caloríficas por local.

En las tablas de este apartado se muestran los valores de las pérdidas caloríficas por transmisión, por ventilación y por puentes térmicos de cada uno de los espacios de la vivienda.

Ejemplo de cálculo para un espacio de la vivienda:

COMEDOR PLANTA BAJA ESPACIO P03_E02

PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			**Qt = S.U.(Ti-Te)**		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M²)	U(W/m² ºC)	Te (ºC)	Ti (ºC)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	27,5	0,16	5,6	21	67,76
MURO INTERIOR	40	2,94	19	21	235,20
VENTANA	2,6	2,7	5,6	21	108,11
SUELO PLANTA	17,9	0,22	17,6	21	13,39
TECHO PLANTA	17,9	0,22	17,6	21	13,39
PUERTA	3,2	4	19	21	25,60
				TOTAL	**463,45**

Tabla 3.5.4.4.4.1 Perdidas por transmisión térmica

PERDIDAS POR VENTILACION:		**Qv = n.c_p.ρ.η.(Ti-Te).1,162**			
cp (Kcal/Kg.ºC)	ρ (Kg/m³)	η (renovaciones m3/h)	Ti (ºC)	Te (ºC)	Qv (W)
0,24	1,205	36	21	5,6	**186,31**
				TOTAL	**186,31**

Tabla 3.5.4.4.4.2 Perdidas por ventilación

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.ϕ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	ϕ (W/m ºC)	Te (ºC)	Ti (ºC)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	3,6	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	3,6	21	0,00
Pilar	0	0,77	3,6	21	0,00
Unión solera pared exterior	0	0,13	3,6	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3,6	21	0,00
				TOTAL	**0,00**

Tabla 3.5.4.4.4.3 Perdidas por puentes térmicos

Este valor se considera cero debido a la mejora en los aislamientos

CARGA TERMICA TOTAL:			Q_{TOTAL} (W)			
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Z_{IS}	Zo	Q_{TOTAL}(W)	
463,45	186,31	0,00	0,1	0,25	877,17	
					TOTAL	**877,17**

Tabla 3.5.4.4.4.4 Carga térmica total comedor planta baja

Resultados finales para los espacios de la vivienda

espacios	tipo local	superficie (m^2)	consumo con mejoras	Elementos (teórico)	elementos	Consumo real	modelo
P01_E01	BODEGA	13,8	0		0		
P02_E01	GARAGE	42,7	0		0		
P02_E02	ESCALERA	5	0		0		
P02_E03	INSTALACIONES	2,5	0		0		
P03_E01	HALL	19,7	965,3	14,57	15,00	993,75	DUBA 46-3D
P03_E02	COMEDOR	17,9	877,1	13,72	15,00	959,10	N61-2D
P03_E03	BAÑO	1,7	83,3	1,30	3,00	191,82	N61-2D
P03_E04	DISTRIBUIDOR	9,8	480,2	7,51	8,00	511,52	N61-2D
P03_E05	COCINA	10,2	499,8	7,82	8,00	511,52	N61-2D
P03_E06	ESCALERA	4,1	0	0,00	0,00	0,00	
P04_E01	HABITACION	11,8	578,2	9,04	10,00	639,40	N61-2D
P04_E02	HABITACION	12	588	9,20	10,00	639,40	N61-2D
P04_E03	GALERIA	8,9	0	0,00	0,00	0,00	
P04_E04	SALON COMEDOR	32,5	1592,5	34,26	36,00	1673,28	N46-4
P04_E05	PASILLO	3,5	171,5	2,68	4,00	255,76	N61-2D
P04_E06	PASILLO	2,9	142,1	2,22	3,00	191,82	N61-2D
P04_E07	BAÑO	5,2	254,8	3,98	5,00	319,70	N61-2D
P04_E08	BAÑO	4,6	225,4	3,53	5,00	319,70	N61-2D
P04_E09	PASILLO	2,6	127,4	1,99	4,00	255,76	N61-2D
P04_E10	PASILLO	6,2	303,8	4,75	5,00	319,70	N61-2D
P04_E11	COCINA	10,4	509,6	7,97	8,00	511,52	N61-2D
P04_E12	ESCALERA	7,6	0	0,00	0,00	0,00	
P04_E13	HABITACION	11,8	578,2	9,04	10,00	639,40	N61-2D
P04_E14	GALERIA	18,4	0	0,00	0,00	0,00	

Tabla 3.5.4.4.4.5 Número de elementos por espacio después de mejorar los aislamientos

espacios	tipo local	superficie (m^2)	consumo (W)	Elementos (teórico)	elementos	Consumo real	modelo
P05_E01	NO HABITABLE	8,2	0	0,00	0,00	0,00	
P05_E02	NO HABITABLE	4,4	0	0,00	0,00	0,00	
P05_E03	HABITACION	14,2	695,8	10,88	11,00	703,34	N61-2D
P05_E04	COCINA	13	637	9,96	10,00	639,40	N61-2D
P05_E05	SALON	18	882	13,79	14,00	895,16	N61-2D
P05_E06	HABITACION	12,9	632,1	9,89	10,00	639,40	N61-2D
P05_E07	PASILLO	8	392	6,13	7,00	447,58	N61-2D
P05_E08	BAÑO	9,2	450,8	7,05	8,00	511,52	N61-2D
P05_E09	ESCALERA	9,5	0	0,00	0,00	0,00	
P05_E10	HABITACION	12	588	9,20	10,00	639,40	N61-2D
P05_E11	NO HABITABLE	14,2	0	0,00	0,00	0,00	
TOTAL			12254,9			13408,95	

Tabla 3.5.4.4.4.5 Número de elementos por espacio después de mejorar los aislamientos

espacios	tipo local	superficie (m^2)	elementos	modelo	consumo actual calefacción (W)
P01_E01	BODEGA	13,8	0		0
P02_E01	GARAGE	42,7	0		0
P02_E02	ESCALERA	5	0		0
P02_E03	INSTALACIONES	2,5	0		0
P03_E01	HALL	19,7	20	DUBA 46-3D	1325
P03_E02	COMEDOR	17,9	40	N61-2D	2556,8
P03_E03	BAÑO	1,7	0		0
P03_E04	DISTRIBUIDOR	9,8	20	N61-2D	1278,4
P03_E05	COCINA	10,2	10	N61-2D	639,2
P03_E06	ESCALERA	4,1	0		0
P04_E01	HABITACION	11,8	14	N61-2D	894,88
P04_E02	HABITACION	12	14	N61-2D	894,88
P04_E03	GALERIA	8,9	0		0
P04_E04	SALON COMEDOR	32,5	24 - 40	N61-2D N46-4	3393,28
P04_E05	PASILLO	3,5	0		0
P04_E06	PASILLO	2,9	0		0
P04_E07	BAÑO	5,2	6	N61-2D	383,52
P04_E08	BAÑO	4,6	7	N61-2D	447,44
P04_E09	PASILLO	2,6	0		0
P04_E10	PASILLO	6,2	12		767,04
P04_E11	COCINA	10,4	12	N61-2D	767,04
P04_E12	ESCALERA	7,6	0		0
P04_E13	HABITACION	11,8	15	N61-2D	958,8
P04_E14	GALERIA	18,4	0		0

Tabla 3.5.4.4.4.6 Número de elementos por antes de mejorar el aislamiento

espacios	tipo local	superficie (m^2)	elementos	modelo	consumo actual calefacción (W)
P05_E01	NO HABITABLE	8,2	0		0
P05_E02	NO HABITABLE	4,4	0		0
P05_E03	HABITACION	14,2	10	N61-2D	639,2
P05_E04	COCINA	13	0		0
P05_E05	SALON	18	0		0
P05_E06	HABITACION	12,9	0		0
P05_E07	PASILLO	8	12	N61-2D	767,04
P05_E08	BAÑO	9,2	6		383,52
P05_E09	ESCALERA	9,5	0		0
P05_E10	HABITACION	12	10	N61-2D	639,2
P05_E11	NO HABITABLE	14,2	0		0
TOTAL					16735,24

Tabla 3.5.4.4.4.6 Número de elementos por antes de mejorar el aislamiento.

3.5.5 ANALISIS DE RESULTADOS.

Como se puede observar en las tablas del apartado anterior se necesita menos energía para la calefacción de la vivienda lo cual es lógico, pues pasamos de una potencia inicial de 16735,24 W. a una potencia de 13408,95 W un valor inferior.

La disminución parece pequeña pero hay que tener en cuenta que los radiadores se han redistribuido en la vivienda con lo que se consigue que espacios que no disponían de calefacción pasen a tenerla.

Aparte de esto se disminuye el número de elementos totales según la tabla 3.5.5.1

modelo	Numero elementos inicial	Numero elementos final	Elementos sobrantes
N61-2D	212	168	44
DUBA 46-3D	20	15	5
N46-4	40	36	4

Tabla 3.5.5.1 variación en el número de módulos

3.5.6 DIMENSIONADO DE LA CALDERA DE BIOMASA.

La potencia de la caldera de biomasa se dimensiona teniendo en cuenta el consumo de agua caliente sanitaria (ACS) y el consumo para calefacción, además, se estimarán unas pérdidas de alrededor del 10% a lo largo del recorrido desde la misma hasta los diferentes consumos y en los sistemas de acumulación.

La potencia máxima consumida tanto para calefacción como para ACS, se calcula para el día más desfavorable del año, que se estima para un día del mes de enero.

Consumo enero ACS 1456,286 Mj/mes, que equivalen a 543,72 W

P = 1,1 × (543,72 + 13408,95) =15348 W

La potencia mínima de la caldera de biomasa deberá ser de 15,3kW.

Vamos a analizar dos posibilidades instalación de caldera de leña e instalación de caldera de pellet o multicombustible

3.5.6.1 DIMENSIONADO DE LA CALDERA DE PELLET O MULTICOMBUSTIBLE.

El modelo elegido es la caldera GH-B224 Caldera multi-combustible automática de 24 Kw suficiente para cubrir el consumo de 15,3 Kw
La caldera tiene las siguientes características:

Es válida para diversos combustibles pre-programados (pellet, hueso de aceituna y cáscara de almendra triturada). Quemador de encendido automático. Desalojo automático de cenizas del quemador. Intercambio de calor por 2 pasos de humos verticales. Encendido automático programable. Cuadro de control electrónico modulante. Sistema automático de limpieza del intercambiador. Control total de la combustión: sensor de humos, depresímetro, Presostato, marcha/paro automático. Disponible en dos versiones: tolva de 100 kg o alimentador flexible. Sistemas de seguridad electrónicos y mecánicos, válvula de descarga anti-incendio de serie

Imagen 3.5.6.1.1 Caldera GH-B224.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		GH-B224
Potencia nominal/reducida (pellet madera)	kw	25,1/13,4
Potencia nominal (hueso de aceituna)	kw	24,8
Rendimiento efectivo (pellet madera)	%	91
Rendimiento efectivo (hueso de aceituna)	%	88
Presión de trabajo	bar	1,5
Presión máxima de trabajo	bar	3
Tensión de trabajo	v	230
Frecuencia	hz	50
Temperatura máxima trabajo	°c	90
Temperatura mínima trabajo	°c	50
Capacidad agua caldera	litros	70
Potencias modulación	rc	5
Diámetro conexiones	ida	1 1/4"
	retorno	1 1/4"
Diámetro vaciado		1"
Salida de humos	mm	140
Capacidad de tolva	kg	100/aliflex
Peso	kg	285

Tabla 3.5.6.1.1 Características técnicas Caldera GH-B224.

3.5.6.2. DIMENSIONADO DE LA CALDERA DE LEÑA TIRO INVERTIDO.

El modelo elegido es la caldera GH G-BLACK 42Kw llama invertida suficiente para cubrir el consumo de 15,3 Kw de este tipo hay otros modelos de menor potencia, pero su rendimiento es peor por eso se elige este modelo.
La caldera tiene las siguientes características:

Su cámara de combustión está dividida en dos partes: en la cámara superior es donde se coloca la carga de leña y donde se produce el secado y posterior liberación de los gases volátiles contenidos en la leña, el gas generado pasa a la cámara inferior a través del refractario entrando en combustión. En esta zona se pueden alcanzar temperaturas superiores a 1.000 °C, lo que permite una combustión casi completa de la leña, un reducido impacto ambiental con bajas emisiones, consumos reducidos y rendimientos elevados (entre 85% y 95 %)

Imagen 3.5.6.2.1 Caldera GH G-BLACK 42Kw llama invertida.

		G-42 kW
Peso	kg	575
Altura	mm	1.690
Anchura	mm	566
Profundidad	mm	1.035
Diámetro salida de humos	mm	125
Capacidad máxima de carga	kg	35
Volumen máximo de calentamiento	m^3	905
Potencia térmica global máxima (agua)	kW	42
Consumo de combustible	kg/h	15
Potencia eléctrica nominal	W	80
Longitud máxima de leña	mm	430
Tensión nominal	V	230
Frecuencia nominal	Hz	50
Rendimiento térmico a potencia térmica nominal	%	87
Temperatura máxima de los gases	°C	200
Presión máxima de funcionamiento	bar	2,8
Depresión de la chimenea	Pa	12
Volumen de agua en la caldera	L	120

Tabla 3.5.6.2.1 Características técnicas caldera GH G-BLACK 42Kw llama invertida

3.5.7 DIMENSIONADO DE LAS TUBERIAS.

Para el cálculo de los diámetros en las tuberías se ha calculado el volumen de la instalación. A partir de la potencia se obtiene dicho volumen:

$$Q\left(\frac{Kcal}{h}\right) = V * \delta * \Delta t * Ce$$

(3.5.7.1)

Q = Cantidad de calor.

V = Volumen.

δ = Densidad

Δt = Salto térmico.

Ce = Calor específico

Q = V.Δt → V=Q/Δt

Teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Para radiadores	
Temperatura entrada	75
Temperatura salida	65
Temperatura exterior	20
Salto térmico	50

Tabla 3.5.7.1 Temperaturas radiadores.

Se obtiene el volumen de la instalación:

Gasto de agua V = 1031,82 l/h => V = 0,2886 l/seg

Con este volumen se calculan el resto de volúmenes de la instalación (Disminuyen a medida que aparecen nuevos elementos de calefacción), se eligen los diámetros teniendo en cuenta la velocidad y la pérdida de carga resultante.

La velocidad máxima será la que proporcione el fabricante del material, pero en cualquier caso, y para evitar la producción de ruidos, no se superarán 1 m/s en las zonas habitadas.

La pérdida de carga se ha limitado a 15 m.c.a. se ha comprobado que en todos los circuitos la pérdida de carga es menor a este valor. Para la vivienda bajo cubierta la pérdida de carga máxima será de 11,6 m.c.a para el tramo más alejado.

A continuación, se muestra un ejemplo con los resultados de cálculo para la planta baja

PERDIDA DE CARGA -ALIMENTACIÓN CALEFACCIÓN

caldera (kw)	Tramo	V	D	velocidad	j	L	Le	Lte	J	Pi	Pi-J	h	Pt
24	Caldera-Primera Planta	0,2866	28	0,4655	0,0124	1,5	0,45	1,95	0,0241	15,0000	14,9759	0	14,9759
Prim. Planta	C1 Primera Planta general	0,0347	18	0,1364	0,0025	9	2,7	11,7	0,0293	14,9759	14,9466	1	15,9466
	P03_E01	0,0115	12	0,1019	0,0025	1	0,3	1,3	0,0033	15,9466	15,9433	0	15,9433
	tramo 1	0,0232	18	0,0911	0,0012	7	2,1	9,1	0,0113	15,9433	15,9321	0	15,9321
	P03_E02	0,0105	12	0,0926	0,0021	1	0,3	1,3	0,0027	15,9321	15,9293	0	15,9293
	tramo 2	0,0127	15	0,0719	0,0010	6	1,8	7,8	0,0080	15,9293	15,9213	0	15,9213
	P03_E05	0,0060	12	0,0528	0,0008	1	0,3	1,3	0,0010	14,9759	14,9749	0	14,9749
	tramo 3	0,0067	15	0,0381	0,0003	8	2,4	10,4	0,0035	14,9749	14,9713	0	14,9713
	P03_E04	0,0057	12	0,0507	0,0007	1	0,3	1,3	0,0010	14,9713	14,9704	0	14,9704
	P03_E03	0,0010	12	0,0088	0,0000	6	1,8	7,8	0,0003	14,9704	14,9701	0	14,9701

PERDIDA DE CARGA -RETORNO CALEFACCIÓN

caldera (kw)	Tramo	V	D	velocidad	j	L	Le	Lte	J	Pi	Pi-J	h	Pt
24	Caldera-Primera Planta	0,2866	28	0,4655	0,0124	1,5	0,45	1,95	0,0241	15,0000	14,9759	0	14,9759
Prim. Planta	C1 Primera Planta general	0,0347	18	0,1364	0,0025	9	2,7	11,7	0,0293	14,9759	14,9466	1	15,9466
	P03_E01	0,0115	12	0,1019	0,0025	1	0,3	1,3	0,0033	15,9466	15,9433	0	15,9433
	tramo 1	0,0232	18	0,0911	0,0012	7	2,1	9,1	0,0113	15,9433	15,9321	0	15,9321
	P03_E02	0,0105	12	0,0926	0,0021	1	0,3	1,3	0,0027	15,9321	15,9293	0	15,9293
	tramo 2	0,0127	15	0,0719	0,0010	6	1,8	7,8	0,0080	15,9293	15,9213	0	15,9213
	P03_E05	0,0060	12	0,0528	0,0008	1	0,3	1,3	0,0010	14,9759	14,9749	0	14,9749
	tramo 3	0,0067	15	0,0381	0,0003	8	2,4	10,4	0,0035	14,9749	14,9713	0	14,9713
	P03_E04	0,0057	12	0,0507	0,0007	1	0,3	1,3	0,0010	14,9713	14,9704	0	14,9704
	P03_E03	0,0010	12	0,0088	0,0000	6	1,8	7,8	0,0003	14,9704	14,9701	0	14,9701

Tabla 3.5.7.2 Tabla calculo diámetros calefacción.

Para el resto de planta se calcula de forma similar pero los valores los vamos representar en el plano de calefacción para una mejor compresión

3.5.8 DIMENSIONADO AISLAMIENTO DE LAS TUBERIAS.

Las tuberías deben estar convenientemente aisladas. El RITE establece el grosor mínimo del aislamiento de las tuberías en función de la temperatura máxima de fluido que circula por su interior y el diámetro de la canalización. Cuando los componentes estén aislados al exterior, el espesor indicado en las tablas anteriores será incrementado, como mínimo, en 10 mm para fluidos calientes.

Estos espesores mínimos son válidos para materiales de aislamiento con una conductividad térmica l igual a 0,040 W/(m K) a 20 °C. Para materiales de aislamiento con una conductividad A, diferente de W/ (m k), el RITE indica la siguiente expresión para el cálculo del espesor mínimo e:

$$e = D_i/2\ [EXP\ (\lambda/0.04 \times \ln \times D_i + 2 \times e_{ref}/D_i)-1]$$

(3.5.8.1.)

Dónde:

e espesor mínimo del aislamiento, en mm.

e_{ref} espesor mínimo del aislamiento según tabla.

D_i diámetro interior del aislamiento, en mm.

Λ_i conductividad térmica del material de aislamiento, en W/(K).

Λ_{ref} conductividad térmica de referencia 0,040 W/(m K).

EXP significa función exponencial del número e (2,7183).

Tabla 3.5.8.1.: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (ºC)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Tabla 3.5.8.1

3.5.9 DIMENSIONADO BOMBAS DE RECIRCULACION.

Para cada ramificación a cada piso de la vivienda se instalarán unas bombas de circulación, es decir una por circuito con un total de 3 bombas.

Que tienen las características adecuadas para cubrir las pérdidas de carga, así como para dar el caudal necesario el modelo seleccionado es el ALPHA2 XX -60 de la imagen 3.5.9.1:

Imagen 3.5.9.1 Bomba circulación ALPHA2 XX -60.

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXO VI INSTALACIÓN ACS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.6 INSTALACIÓN DE ACS SOLAR TÉRMICA

3.6.1 OBJETO DEL ANEXO

En la vivienda objeto del trabajo hay un consumo de ACS de 224 l a la temperatura de 60 ºC aplicando lo establecido en el documento básico HE sección 4. Para hacer frente a dicha demanda es necesario realizar una instalación energética eficiente que compense los consumos previstos de agua caliente. En nuestro caso instalaremos un sistema combinado de caldera de biomasa con paneles solares tal y como exige el Código Técnico de la edificación en su documento básico HE sección 4.

3.6.2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

3.6.2.1 Planteamiento del proyecto

El proyecto de una instalación solar térmica para agua caliente sanitaria constituye un desarrollo del proyecto general del edificio en el que está incluida. Por consiguiente, las decisiones generales del proyecto de arquitectura condicionan la disposición de la instalación, y viceversa, lo que constituye el proceso habitual de proyectar, que es esencialmente iterativo.

Para apreciar los condicionantes inevitables en el edificio que se proyecta, hay que considerar las particularidades de este tipo de instalaciones. Para ello se parte del análisis de los subsistemas básicos de una instalación solar, que son:

- Subsistema de captación.
- Subsistema de intercambio y acumulación.
- Subsistema de energía convencional auxiliar.

La primera consideración se trata de elementos voluminosos, de nueva exigencia obligatoria, excepto en el caso del subsistema de energía convencional auxiliar, y con gran impacto visual en el caso de los captadores.

El campo de captadores tiene la dificultad añadida de unos límites bastante estrictos respecto a orientaciones y colocación, a lo que se suman condiciones estéticas en muchas ordenanzas, por lo que es previsible que se convierta en el condicionante principal para el diseño de las cubiertas. En edificios de gran altura es posible que no se disponga de suficiente superficie en la cubierta para situar los captadores, lo que puede obligar a elegir, si tampoco existe parcela libre para ello, soluciones de alta tecnología o singulares como su integración arquitectónica, alternativa prevista en el apartado 2.1, de la Sección HE4, y que probablemente tenga un gran desarrollo en los próximos años, aunque su propia condición de incorporación al edificio puedan dificultar la renovación en el futuro.

El volumen de acumulación constituye el segundo gran condicionante. Es previsible que las ordenanzas municipales impidan su ubicación en las propias cubiertas, por impacto visual, y los cuartos para alojar tales depósitos tienen considerables dimensiones. Si se centraliza la energía convencional de apoyo, habría que prever un cuarto de calderas adecuado, así como las ventilaciones necesarias.

La combinación de diferentes tipos de acumulación con distintas formas de energía convencional auxiliar ha sido ya estudiada en el apartado de esquemas, pudiendo apreciarse con su comparación lo que cambia el proyecto del edificio según las decisiones que se adopten.

El sistema de energía convencional no supone en sí mismo un condicionante añadido, salvo que su integración con el sistema de energía solar térmica conduzca a una alternativa distinta a la que se tomaría sin ella. Es probable que el análisis económico de la instalación conduzca, en algunos casos, a soluciones diferentes a las que se adoptarían sin la instalación solar térmica.

3.6.2.2 Procedimiento de verificación

En la Sección HE4, del DB HE, se establece la forma de proceder para el cumplimiento de la Exigencia Básica HE4, siguiendo la secuencia que se expone a continuación:

a) Obtención de la contribución solar mínima, según el apartado 2.1.
b) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.
c) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4.

Analizando esta secuencia, se observa que el apartado 2.1, de la Sección HE4, define la contribución solar mínima anual como la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, indicándose sus valores.

El apartado 3.3, recoge los criterios generales de cálculo, especificándose en el apartado 3.3.1, Dimensionado básico, que, en la memoria del proyecto, se establecerá el método de cálculo especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo, el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

a) La demanda de energía térmica.
b) La energía solar térmica aportada.
c) Las fracciones solares mensuales y anuales.
d) El rendimiento medio anual.

Por último, el tercer punto c) del apartado 1.2 antes mencionado, no se corresponde con el proceso de diseño y cálculo, aunque debe ser incluido en la memoria del proyecto.

De acuerdo con este análisis de la Sección HE4, el proceso que se seguirá en el cálculo de la instalación será el establecido en estos apartados.

3.6.2.3 Demanda de energía térmica. Datos de partida

Siguiendo el criterio del apartado 3º del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, del IDAE, los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones climáticas y de uso.

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo. Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente. Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

3.6.2.3.1 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas, a efectos de las instalaciones solares térmicas, están definidas por:

- La radiación global total en el campo de captación.
- La temperatura ambiente media diaria.
- La temperatura mensual media del agua de la red.

Estos datos proceden del Instituto Nacional de Meteorología y otras fuentes fiables, y la dificultad de disponer de las suficientes series estadísticas constituye el principal obstáculo para una valoración adecuada del dimensionado de la instalación. De los tres parámetros mencionados el más difícil de tabular ha sido siempre la radiación global total, porque tiene múltiples condicionantes, comenzando por la propia determinación de los factores a considerar, como por ejemplo la radiación difusa, que es la recibida en los días nublados.

La radiación se mide sobre la superficie horizontal, aplicando fórmulas factoriales para calcular las restantes posiciones de los captadores, pero las

mayores dificultades proceden de las condiciones de horas de sol, nubes, lluvia, etc.

A continuación se reproducen las correspondientes a la energía, en megajulios, que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes (1kWh = 3,6MJ), la altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica (la más baja que se haya medido desde el primer año del que se conservan registros de datos), la temperatura media del agua en la red en °C, y la temperatura ambiente media durante las horas de sol en °C, ambas por provincias, del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, advirtiendo que la denominación de las provincias no se corresponde con la oficial actualmente vigente. Hay que tener en cuenta también los valores particulares que establecen algunas ordenanzas y regulaciones autonómicas, siempre que sean más restrictivas que el CTE. No obstante, en la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el proyecto.

3.6.2.3.2 Zonas climáticas definidas en el CTE

El apartado 3.1.2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, define las zonas climáticas como aquellas que son homogéneas a efectos de la exigencia, indicando sus límites en un mapa y una tabla de localidades.

Las zonas se han definido teniendo en cuenta la radiación solar global media diaria anual sobre una superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Zona climática	MJ/m^2	kWh/m^2
I	H < 13,7	H <3,8
II	13,7 <H < 15,1	3,8<H<4,2
III	15,1 sH < 16,6	4,2sH<4,6
IV	16,6 sH< 18,0	4,6 s H < 5,0
V	H>18,0	H>5,0

Tabla 3.6.2.3.2.1 - Radiación solar global media por zonas

La finalidad de estas zonas es establecer el porcentaje exigido de aportación de la energía solar a la demanda energética total de A.C.S. La tabla 3.2 de la Sección HE4, del DB HE define la clasificación por intervalos de radiación por lo que puede existir una cierta contradicción con los valores unificados para cada provincia, alguna de las cuales queda dividida por las zonas climáticas. Como los valores de las tablas provinciales son algo inferiores a los del CTE, su empleo implicará la realización de una instalación con requisitos más exigentes, lo que es admisible.

3.6.2.3.3 Contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, según se define en el apartado 2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

El mismo apartado, establece que las contribuciones solares tienen carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, por lo que habrá que analizar en cada caso los reglamentos u ordenanzas locales de aplicación.

Las contribuciones solares mínimas para la demanda de agua caliente sanitaria A.C.S. a una temperatura de referencia de 60 °C se recogen en las tablas 3.6.2.3.3.1 y 3.6.2.3.3.2, según la zona climática en la que se sitúe, el apartado 2.1 dice que tienen carácter de mínimos pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, considerándose los siguientes casos:

Demanda en (l/d)	Zona climática I	II	III	IV	V
50-5000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Tabla 3.6.2.3.3.1 - Contribución solar mínima en % para el caso general

Demanda total de A.C.S. del edificio (l/d)	Zona climática I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Tabla 3.6.2.3.3.2 - Contribución solar mínima en % para instalaciones auxiliares por efecto Joule

Como criterio general, los costes relativos de una instalación solar disminuyen al aumentar el tamaño de la instalación, sin embargo, el aporte específico de energía solar también disminuye si se diseña una instalación de modo más generoso, puesto que se produce un aumento de las temperaturas de trabajo del sistema, y es más probable que el campo de captadores se encuentre con mayor

frecuencia en un estado de estancamiento. Considerando ambas tendencias, es decir, por un lado, la reducción de los costes específicos y, por otro, la reducción del aporte relativo al aumentar el tamaño de la instalación, se debería llegar finalmente a un punto óptimo para el dimensionado de una determinada aplicación.

En principio, se puede suponer que una instalación solar grande, en donde la disminución de costes relativos es pequeña en relación con el aumento de tamaño, funciona con la máxima rentabilidad si el sistema suministra siempre energía útil cuando se dispone de radiación solar aprovechable.

Es importante tener en cuenta que a medida que aumenta la fracción solar anual, la temperatura media de funcionamiento del captador aumenta y, por tanto, su rendimiento disminuye. En consecuencia, la fracción solar anual no aumenta linealmente con la superficie de captación.

Visto de otro modo, la productividad energética de los captadores solares, expresada en kWh / (m^2 año), disminuye a medida que aumenta la fracción solar anual. Una instalación con una superficie de captación pequeña proporcionará una fracción solar anual baja, pero la productividad por unidad de superficie será elevada, ya que el salto térmico es siempre alto.

Puede ser conveniente en algunos casos realizar curvas de rendimiento de la instalación relacionando la producción con la superficie, para elegir la alternativa que mejor equilibre producción con coste, cumpliendo siempre con la aportación solar mínima requerida por la reglamentación.

3.6.2.3.4 Cálculo de la demanda energética

Según se establece en el apartado 3.1.1, cálculo de la demanda, de la Sección HE4, del DB HE, para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día a 60 °C, de la tabla 3.1, que se reproduce a continuación. Estos valores deben ser mensuales, de acuerdo con el

apartado 2.1, por lo que habrá que multiplicar los valores unitarios por el número de días de cada mes.

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona

Tabla 3.6.2.3.4.1 Litros de A.C.S. / dia (a 60ºC)

Los litros de A.C.S./día a 60 °C de la tabla se han calculado a partir de la Tabla 1 (consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética". Para el cálculo se han utilizado los valores de Ti = 12 °C (variable según el mes) y T = 45 °C. y se corresponde con la tabla 3.1 de la Sección HE4, del DB HE.

En el segundo párrafo del mismo apartado se contempla el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, en cuyo caso se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum Di(T)$$

(3.6.2.3.4.1)

$$Di(T) = Di(60°C) \times \frac{60 - Ti}{T - Ti}$$

(3.6.2.3.4.2)

Donde:

D (T) - demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.

Di (T) - demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura T elegida.

Di (60 °C) - demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura de 60 °C.

T - temperatura del acumulador final.

Ti - temperatura media del agua fría en el mes (i).

Hay que considerar que una temperatura de acumulación inferior mejora el rendimiento de la instalación al permitir un mayor salto térmico en los intercambiadores, pero incrementa el coste al suponer un mayor volumen, además de un aumento de riesgo de legionelosis, que se produce en agua acumulada a una temperatura inferior a 50 °C.

Para nuestra instalación tenemos 8 personas y la demanda de ACS para una vivienda es de 28 litros de ACS/día a 60º por persona (como vimos en la tabla anterior) de modo que el caudal diario total será de:

$$8 \text{ personas} \times 28 \ \frac{litros\ ACS}{dia} = 224 \ {litros\ de\ ACS}/{dia}$$

Calculo consumo acs mes de enero a 45 ºC

$$319{,}7 \ {litros\ de\ ACS}/{dia}\,(45ºC) = 224 \ {litros\ de\ ACS}/{dia}\,(60ºC) \times \frac{60 - 9{,}9}{45 - 9{,}9}$$

La demanda energética será la cantidad de energía necesaria para elevar la masa de agua resultante de los consumos requeridos desde la temperatura de suministro a la de referencia, en valores mensuales. La unidad física empleada es la caloría, cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5 °C a 15,5 °C, cuya equivalencia mecánica se obtuvo mediante el experimento de Joule, de forma que:

1 cal = 4,186 J

El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

$$DE_{mes} = Q_{día} \times N \times (T_{ACS} - T_{AF}) \times 1{,}16 \times 10^3$$

(3.6.2.3.4.3)

Donde:

DE_{mes} - demanda energética, en kWh/mes.

$Q_{día}$ - consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia T_{ACS}, en l/día.

N - n° de días del mes considerado, días/mes, no necesariamente meses completos en periodos estacionales.

T_{ACS} - temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, 60 °C.

T_{AF} - temperatura del agua fría de la red, en °C.

(1 kcal = 1.000 x 4,186 J h/3.600 s = 1,16 x 10^3 kW h)

El consumo diario se cuantifica según se ha visto anteriormente. La temperatura de referencia es de 60 °C, salvo que se aplique el criterio del apartado 3.1.1, párrafo 2, de la Sección HE4, visto anteriormente. La temperatura del agua de la red se toma de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, si no se establecen otras

condiciones en la ordenanza local o en la reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

3.6.2.3.4.1 Cálculo de la DE de la instalación objeto del proyecto

Enero:

$$DE_{mes} = 319{,}7 \times 31 \times (45 - 9{,}9) \times 1{,}16 \times 10^3 = 403{,}52\ {}^{kWh}/_{mes} = 348{,}06\ {}^{Mcal}/_{mes} = 1456{,}286\ {}^{Mj}/_{mes}$$

(3.6.2.3.4.1.1)

De la misma forma procedemos en los otros meses, el consumo es constante, así como la temperatura que deseamos obtener y el calor especifico del agua. Lo único que variará es la temperatura del agua de la red y los días del mes.

MES	DIAS	T_{AF}	DE_{mes}(Mj/mes)
Enero	31	9,9	1456,28
Febrero	28	9,9	1315,36
Marzo	31	10,9	1427,22
Abril	30	11,9	1353,05
Mayo	31	12,9	1369,08
Junio	30	13,9	1296,79
Julio	31	15,9	1281,88
Agosto	31	15,9	1281,88
Septiembre	30	14,9	1268,66
Octubre	31	13,9	1340,02
Noviembre	30	11,9	1353,05
Diciembre	31	10,9	1427,22

Tabla 3.6.2.3.4.1.1 - Demanda energética mensual

Los datos de la temperatura media del agua en la red según la zona han sido sacados del libro “Proyecto y Calculo de Instalaciones Solares Térmicas”, que a su vez obtiene los datos del Instituto Nacional de Meteorología y de Censolar.

Además, debemos tener en cuenta el porcentaje de ocupación de cada mes:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
100%	100%	100%	100 %	100 %	100 %	100 %	100%	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabla 3.6.2.3.4.1.2 - Porcentaje de ocupación mensual

Con todo ello la demanda energética corregida será:

MES	DE_{mes}(Mcal/mes)
Enero	1456,28
Febrero	1315,36
Marzo	1427,22
Abril	1353,05
Mayo	1369,08
Junio	1296,79
Julio	1281,88
Agosto	1281,88
Septiembre	1268,66
Octubre	1340,02
Noviembre	1353,05
Diciembre	1427,22

Tabla 3.6.2.3.4.1.3 Demanda mensual corregida con factor de ocupación

3.6.2.4 Cálculo del campo de captadores

El dimensionado del campo de captadores constituye la base fundamental de la instalación, ya que es el elemento que recoge la energía solar que se precisa, y el valor absoluto de ésta es función de su superficie total de captación.

Existen cuatro criterios generales de cálculo especificados para el dimensionado básico en el apartado 3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE:

a) Demanda de energía térmica
b) Energía solar térmica aportada
c) Fracciones solares mensuales y anual
d) Rendimiento medio anual

El valor de la energía solar aportada debe ser el producto de la contribución solar mínima por la demanda de energía, por lo que habrá que dimensionar el campo de captadores para ello. La fracción solar anual coincidirá con la contribución solar mínima, dependiendo las fracciones mensuales de las condiciones climáticas y de uso.

Sin embargo, estos valores representan el resultado a cumplir, y no sirven para definir la superficie de captación de forma directa, por lo que es necesario realizar varias pruebas, una vez predimensionado el campo, hasta lograr el cumplimiento de todos los requerimientos, de la forma siguiente:

- Predimensionado del campo de captadores.
- Cálculo de la cobertura del sistema solar.
- Reiteración del proceso hasta obtener los valores de fracción solar mensual y anual que cumplan con las exigencias, teniendo en cuenta los restantes requisitos.

Como fin de todo el proceso de cálculo se obtiene el rendimiento medio anual de la instalación.

3.6.2.4.1 Predimensionado del campo de captadores

La superficie de captación solar es un dato imprescindible para el proceso de cálculo, siendo necesario realizar una hipótesis de partida fijando un valor previo, para ajustar la superficie a la contribución requerida posteriormente.

Un valor habitual es considerar 70 l/(m^2 día), que puede resultar un valor adecuado para el rendimiento de la instalación, teniendo en cuenta que este valor tendrá que reconsiderarse posteriormente para cumplir con la contribución solar mínima requerida.

3.6.2.4.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart

El rendimiento instantáneo de un captador está definido por la ecuación de balance, sin embargo, el rendimiento medio durante un periodo medio de tiempo es un fenómeno mucho más complejo en el que intervienen numerosos factores, tales como la climatología, la posición respecto a la inclinación y orientación de los captadores, la existencia de zonas en sombra y la inercia de la instalación en su conjunto, que impide el aprovechamiento de la radiación por debajo de un valor mínimo.

Estos métodos de cálculo se aplican habitualmente desde programas informáticos, siendo el más conocido el de las gráficas-f, o f-Chart, desarrollado en 1973 por los profesores Klein, Beckman y Duffie, suficientemente exacto para estimaciones de largos periodos de tiempo, pero nunca debe aplicarse en análisis mensuales y, menos aún, diarios.

El método F-Chart cuenta con el respaldo de numerosas instalaciones realizadas en un largo periodo de tiempo con el consiguiente análisis de los resultados energéticos en situaciones reales, por lo que tiene un gran reconocimiento por parte de los profesionales del sector. Es el aconsejado en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Solares Térmicas de Baja

Temperatura, del IDAE y cumple con lo especificado en el apartado 3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado periodo de tiempo. Las dimensiones se presentan por medio de ecuaciones y en forma gráfica.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales, medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento de A.C.S., en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos. Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales D_1 y D_2, mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1{,}0290D_1 - 0{,}065D_2 - 0{,}245D_1^2 + 0{,}0018D_2^2 + 0{,}0215D_1^3$$

(3.6.2.4.2.1)

La secuencia que se va a seguir en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente H_{mes} sobre la superficie inclinada de los captadores.
2. Calculo del parámetro D_1.
3. Cálculo del parámetro D_2.
4. Determinación de la fracción energética mensual f aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones.
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual F.
6. Reiteración del proceso para ajustar la producción a los requerimientos.

Originariamente para el proceso de cálculo se utilizaban unas gráficas llamadas f, o f-chart, que dan nombre al método, en un sistema de coordenadas con los valores de D_1, en las ordenadas y de D_2 en las abscisas, donde se podía encontrar el valor de la fracción solar de la instalación una vez obtenidos los valores de los parámetros D_1 y D_2, de una determinada instalación, entre unos ciertos límites.

De todas formas, hay que recordar que el CTE no prescribe ningún método determinado de cálculo, limitándose el apartado 3.3, de la Sección HE4, a exigir que, en la memoria del proyecto, se establezca el método de cálculo, con las especificaciones.

3.6.2.4.2.1 Cálculo de la radiación solar mensual incidente

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{mes} = k_{mes} \times H_{dia} \times N$$

(3.6.2.4.2.1.1)

Donde:

Hmes - Irradiación, o radiación solar incidente por m2 de superficie de los captadores por mes, en kWh/(m2 mes)

Kmes - Coeficiente función del mes, de la latitud y de la inclinación de la superficie de captación solar.

Hdía - Irradiación, o radiación solar incidente por m2 de superficie de los captadores por día, en kWh/(m2 día)

N - Número de días del mes.

El valor de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes, por provincias, puede tomarse de la tabla publicada por CENSOLAR, recogida en el Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de

Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. En la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el proyecto.

Los valores del coeficiente k utilizados para la estimación de la energía solar mensual incidente sobre una superficie inclinada a partir de la radiación solar horizontal para un azimut de cero grados (orientación Sur), están indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

El procedimiento propuesto para el cálculo de la radiación solar incidente sobre una superficie inclinada es válido para superficies orientadas al Sur. La influencia de pequeñas desviaciones respecto al Sur, de unos 25° hacía el Este o el Oeste no originan una pérdida significativa de producción solar anual de la instalación. En todo caso el proceso de su evaluación se remite al apartado 3.5 de la Sección HE4 del DB HE.

La disposición de los captadores en el campo de captación puede originar pérdidas que reducen el rendimiento de la instalación. Hay tres posibles tipos de pérdidas debidas a la colocación de los captadores, las pérdidas debidas a la orientación según la desviación respecto al Sur geográfico, las pérdidas debidas a la inclinación desviando la recepción ortogonal de la radiación solar, y las pérdidas derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos.

Las condiciones relativas a las pérdidas se regulan en el apartado 2.1, Contribución solar mínima, de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Así, la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla siguiente:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 3.6.2.4.2.1.1 Pérdidas límite según la colocación de los captadores

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales, o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal con el fin de favorecer la auto limpieza de los módulos. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

En todos los casos, se han de cumplir las tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombras y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimas, y sin sombra alguna.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador vienen indicadas en el párrafo siguiente, que dice que se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: Latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: Latitud geográfica + 10°.

- Demanda preferente en verano: Latitud geográfica - 10°.

Se establece que, sin excepciones, se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación de acuerdo a lo estipulado en los apartados 3.5 y 3.6, de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

También aclara este párrafo que cuando, por razones arquitectónicas excepcionales no se pueda dar toda la contribución solar mínima anual que se exige cumpliendo los requisitos indicados en la tabla de pérdidas límite, se justificará esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas de configuración del edificio y de ubicación de la instalación, debiéndose optar por aquella solución que dé lugar a la contribución solar mínima.

3.6.2.4.2.1.1 Pérdidas por orientación e inclinación

Las pérdidas por orientación son debidas al desvío de la posición de los captadores solares de la orientación óptima, y las pérdidas por inclinación son debidas al desvío del ángulo de inclinación, o ángulo que forma la superficie de captación con el plano horizontal, desde su posición óptima.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador, ya vistas en el apartado anterior, se consideran para la orientación el Sur y para la inclinación la latitud geográfica.

La orientación Sur se refiere a la geográfica, no coincidente exactamente con la magnética, y es la correspondiente a un ángulo de azimut de 0º. Las pérdidas por orientación e inclinación de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo a lo estipulado en el apartado 3.5 de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Este método de cálculo recoge el del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, y constituye un método gráfico que combina ambas pérdidas estableciendo también los límites admisibles de colocación de los captadores, referido a una latitud de 41°, por lo que se indican igualmente las correcciones que han de hacerse para otras latitudes diferentes.

3.6.2.4.2.1.2 Pérdidas por sombras

Las pérdidas por sombras son las derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos. Las pérdidas por sombras de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo con lo estipulado en el apartado 3.6, de la Sección HE4, del DB HE del CTE. El Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, a diferencia del CTE, distingue entre los obstáculos singulares, como pueden ser otras edificaciones, y la situación habitual de sombras arrojadas por los propios paneles, que se repiten sistemáticamente en todas las instalaciones, y para las cuales proporciona un método más sencillo.

Aunque la evaluación de todas las pérdidas por sombras, sin excepciones, debe realizarse por el método anterior como prescribe el apartado 2.1 de la Sección HE4, se expone a continuación el del IDAE, porque es útil al menos como orientación para situar las filas de captadores, siendo el normativo bastante más trabajoso y poco idóneo para las decisiones iníciales de un proyecto. Según esto, en el apartado Distancia mínima entre filas de captadores, se dice que la distancia d, medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h, que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61° - latitud)}$$

(3.6.2.4.2.1.2.1)

Donde “1/[tan (61º- latitud)]” es un coeficiente adimensional denominado k, algunos de cuyos valores significativos se incluyen en la tabla siguiente, en función de la latitud del lugar:

Latitud	**29°**	**37°**	**39°**	**41°**	**43°**	**45°**
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 3.6.2.4.2.1.2.1 Valor del coeficiente k.

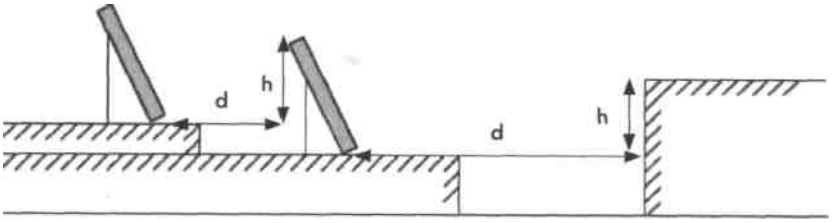


Figura 3.6.2.4.2.1.2.1 Ejemplo de separación en la colocación

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores. Este método, aunque no excluye la utilización del anterior para el cálculo final, es muy útil en todo el proceso previo.

3.6.2.4.2.2 Cálculo del parámetro D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano EA_{mes} y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes, $DE_{m„}$.

$$D_1 = \frac{EA_{mes}}{DE_{mes}}$$

(3.6.2.4.2.2.1)

La expresión de la energía absorbida por el captador, EA_{mes}, es la siguiente:

$$EA_{mes} = Sc \times F'_R\,(\mathrm{T}\alpha) \times \mathrm{H}_{\mathrm{mes}}$$

(3.6.2.4.2.2.2)

Donde:

EA_{mes} - energia solar mensual absorbida por los captadores en KWh/mes. S_c superficie de captación, en m^2.

H_{mes} - energia solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en KWh/(m^2 mes).

F_R'(Tα) - factor adimensional, cuya expresión es:

$$F_R^{'}(T\alpha) = F_R(T\alpha)n \times \left[\frac{(T\alpha)}{(T\alpha)_n}\right] \times \frac{F_R^{'}}{F_R}$$

(3.6.2.4.2.2.3)

Donde:

$F_R(\tau\alpha)_n$ - factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en el origen de la curva característica del captador, dato del fabricante.

$[(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n]$ - modificador del ángulo de incidencia.

0.96 - superficie transparente sencilla.

0.94 - superficie transparente doble.

F_R`/F_R - factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda el valor 0.95.

En nuestro caso el modificador del ángulo de incidencia hemos cogido 0,8 al tratarse de colectores de pizarra

3.6.2.4.2.3 Cálculo del parámetro D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre la energía perdida por el captador EP_m, para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio DEmes.

$$D_2 = \frac{EP_{MES}}{DE_{MES}}$$

(3.6.2.4.2.3.1)

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{mes} = S_c \cdot F'_R U_L \cdot (100 - T_{amb}) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

(3.6.2.4.2.3.2)

Donde:

EP_{mes} - energía solar mensual perdida por los captadores en KWh/mes.

S_c - superficie de captación solar, en m^2.

$F_R`U_L$ - factor, en KWh/(m^2 K), cuya expresión es:

$$F_R^{'}U_L = F_R U_L \times {F_R^{'}}/{F_R} \times 10^{-3}$$

(3.6.2.4.2.3.3)

Donde:

F_RU_L - coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado U0, en W/(m2 K), pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante.

$F_R`/F_R$ - factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar 0.95.

T_{AMB} - temperatura media mensual del ambiente, en ºC.

Δt - periodo de tiempo en horas.

K_1 - factor de corrección por almacenamiento.

$$K_1 = \left(\frac{V}{75 \times S_C}\right)^{-0,25}$$

(3.6.2.4.2.3.4)

V - volumen de acumulación solar en litros. Se recomienda que el valor de V sea tal que se cumpla la condición 50<V/Sc<180.

K_2 - factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas.

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times T_{AC} + 3,86 \times T_{AF} - 2,32 \times T_{AMB}}{100 - T_{AMB}}$$

(3.6.2.4.2.3.5)

T_{ac} - temperatura mínima del agua caliente sanitaria.

T_{af} - temperatura del agua de la red.

3.6.2.4.2.4 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar.

$$f = 1{,}0290D_1 - 0{,}065D_2 - 0{,}245D_1^2 + 0{,}0018D_2^2 + 0{,}0215D_1^3$$

(3.6.2.4.2.4.1)

Con los límites de aplicación $0 < D_1 < 3$ y $0 < D_2 < 18$. También puede determinarse la fracción de carga calorífica mensual mediante las gráficas f, formadas con los valores de D_1 en las ordenadas y D_2 en las abscisas.

3.6.2.4.2.5 Fracción solar anual F.

La fracción solar anual se calcula como la relación entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$\mathrm{F} = \frac{\sum \mathrm{EU_{MES}}}{\sum \mathrm{DE_{MES}}}$$

(3.6.2.4.2.5.1)

Siendo EU_{mes} energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria, en KWh/mes, determinada por:

$$EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes}$$

(3.6.2.4.2.5.2)

Donde:

f_{mes} - fracción solar mensual

DE_{mes} - demanda energética, en KWh/mes.

El objetivo de este método es determinar cuál será nuestra fracción solar cubierta en función del número de captadores que utilicemos. Realizando varias pruebas hemos llegado a la conclusión que el número de paneles solares que debemos utilizar son 10 colectores; cada uno de 1,45 m^2 de superficie del panel y 1,36 m^2 superficie útil.

Indicamos ahora como ejemplo de cálculo el correspondiente al mes de Enero. La radiación solar mensual incidente H_{mes} sobre la superficie inclinada de los captadores. La inclinación de los paneles se ha supuesto de 40º C y la latitud 43º. El valor de radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes será de:

Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Jun	Jul	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
5,8	8,4	13	16,6	20,3	22,9	22,7	20,6	15,8	9,8	6,3	4,8

Tabla 3.6.2.4.2.5.1 Radiación solar incidente en un dia medio de cada mes

Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Jun	Jul	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,1	1,19	1,29	1,35	1,33

Tabla 3.6.2.4.2.5.2 Valores del factor k para la latitud de 43º

$$H_{mes} = (1{,}28 \cdot 31 \cdot 5.8) / 3{,}6 = 63{,}929 \text{ KWh/(m}^2 \text{ mes)}.$$

a) Calculo del parámetro D_1.

Para $F`_R/F_R$= Factor de corrección del conjunto captador-Intercambiador se recomienda tomar 0.95.

$$EA_{mes} = 8 \times 1{,}36 \times (0{,}654) \times 63{,}929 \times 3{,}6 = 1638{,}496 \text{ MJ/mes}$$

D1 = 1638,496/ 1456,286 = 1,1251

b) Calculo del parámetro D_2.

$F`_RU_L$ = 13,552 · 0.95 = 12,874

K_1 = [770/75 x 10,88]$^{-0.25}$ = 1,0146

K_2 = (11,6 + 1,18 x 60 + 3,86 x 9,9 – 2.32 x 10,1)/ (100 – 10,1)= 0,8841

EP_{mes} = 10,88 x 12,87 x (100–10,1) x (31 · 24 · 3600) x 1,0146 x 0,8841 =
= 30255,196 MJ/mes.

D_2 = 30255,196 / 1456,286 = 20,776

La fracción solar del mes de enero será entonces:

$f = 1{,}029\ D_1 - 0{,}065D_2 - 0{,}245D^2_1 + 0{,}0018D^2_2 + 0{,}0215D^3_1 = 0{,}305$

Por lo tanto el conjunto de los ocho captadores nos proporcionará un 32,8% de la energía necesaria para el citado mes de Enero. La energía suplementaria se obtendrá de la caldera centralizada auxiliar.

Este mismo procedimiento se realizará para cada mes del año, obteniendo los siguientes resultados mostrados en las siguientes tablas:

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Superficie util en m2	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Nº paneles	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Superficie total en m2	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88
tiempo (h) calculo Ep mes	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
K mes	1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,1	1,19	1,29	1,35	1,33
H mes(Mj/m2 dia)	5,8	8,4	13	16,6	20,3	22,9	22,7	20,6	15,8	9,8	6,3	4,8
H mes real(Kw*h/m2 mes)	63,929	79,707	129,856	150,783	183,546	196,558	205,246	195,128	156,683	108,862	70,875	54,973
FR(ζα)n	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
[(ζα)/(ζα)n]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R(ζα)	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654
EA mes	1638,50	2042,88	3328,19	3864,57	4704,27	5037,78	5260,45	5001,12	4015,79	2790,12	1816,52	1408,97
Tª amb. Exterior ºC	10,1	10,4	11,2	12	14	16,3	18,3	18,8	18	15,6	12,6	10,8
Tª media del agua de la red ºC	9,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	15,9	15,9	14,9	13,9	11,9	10,9
Ce (Mj/litro ºC)	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186
Consumo diario 60ºC	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224
Consumo diario 45ºC	319,7	319,7	322,5	325,5	328,7	332,0	339,5	339,5	335,6	332,0	325,5	322,5
% ocupacion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qa (Mcal/mes)	348,06	314,38	236,90	222,54	223,01	209,09	202,17	202,17	202,37	216,06	222,54	236,90
Qa real (Mcal/mes)	348,06	314,38	236,90	222,54	223,01	209,09	202,17	202,17	202,37	216,06	222,54	236,90
Qa real (Mj/mes) 45ºC	1456,29	1315,36	1427,22	1353,05	1369,08	1296,79	1281,88	1281,88	1268,66	1340,02	1353,05	1427,22
D1												
D1 45ºC	1,1251	1,5531	2,3319	2,8562	3,4361	3,8848	4,1037	3,9014	3,1654	2,0822	1,3425	0,9872

Tabla 3.6.2.4.2.5.1 Calculo de la fracción solar energética mensual

D2												
F'RUL	12,874	12,874	12,874	12,874	12,874	12,874	12,874	12,874	12,874	12,874	12,874	12,874
K1	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146	1,0146
K2 45ºC	0,8841	0,8793	0,9098	0,9408	0,9537	0,9622	1,0235	1,0155	0,9811	0,9735	0,9314	0,9161
Ep mes (Mj/mes) 45ºC	30255,2	27088,0	30753,1	30499,3	31219,0	29668,2	31829,6	31388,0	29637,3	31275,4	29986,5	31106,3
D2 45ºC	20,78	20,59	21,55	22,54	22,80	22,88	24,83	24,49	23,36	23,34	22,16	21,80
Fraccion solar energetica mensual (f)												
f 45ºC	0,305	0,513	0,775	0,891	0,969	1,016	1,078	1,050	0,948	0,738	0,435	0,236
% f 45ºC	30,47	51,25	77,51	89,07	96,91	101,56	107,84	104,98	94,81	73,79	43,55	23,61

Tabla 3.6.2.4.2.5.1 Calculo de la fracción solar energética mensual

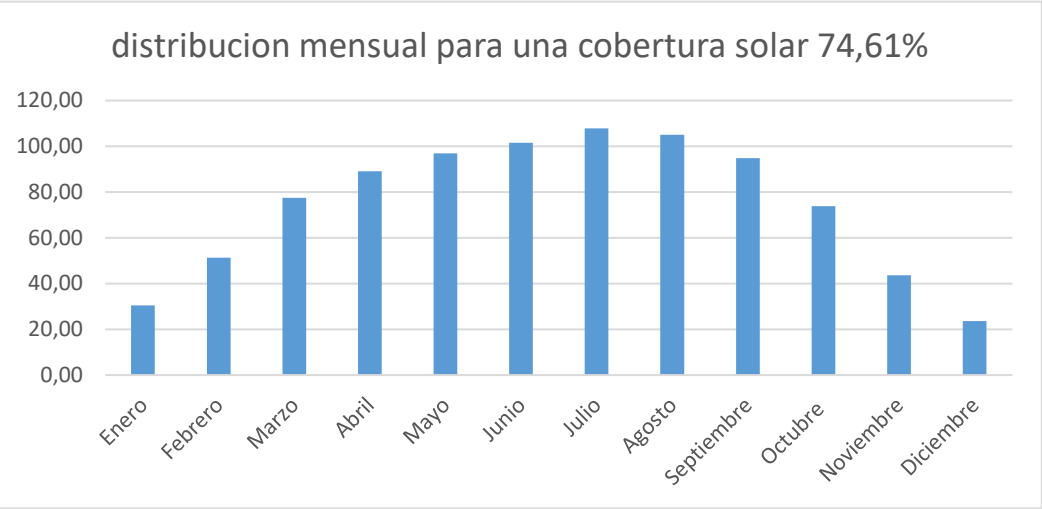


Imagen 3.6.2.4.2.5.1 porcentajes mensuales

Con todos estos datos ya podemos calcular la fracción solar anual F:

F = 0,746 = 74,6%

Si la fracción solar anual obtenida no alcanzase el valor de la contribución solar mínima anual resultante de la aplicación de la normativa, zona climática I, los cálculos se deberán repetir hasta obtener una superficie de captación S_c que cumpla la condición establecida. En este caso, correspondiente al caso general (dado que la caldera no será eléctrica) es correcto y más que suficiente para el cumplimiento de la normativa que exige como mínimo el 30%.

Es importante contemplar el apartado 2.1, de la Sección HE4, del DB HE, que expresa que las contribuciones solares que se recogen en el CTE tienen el carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes. Por consiguiente, en los casos de ordenanzas o reglamentos cuya definición sea muy diferente a la de la Sección HE4 y no admita comparación, habrá que realizar dos cálculos en paralelo para elegir la opción más exigente.

Una vez realizado el cálculo de la superficie de captadores solares S_c que cumplan la contribución solar mínima requerida, se podrá calcular la producción solar prevista definitiva EU_{mes} a partir de la demanda energética DE_{mes} y la fracción solar mensual.

Es importante tener en cuenta el posible exceso de producción en verano, según se recoge en el párrafo 4, del apartado 2.1, de la Sección HE4, del DB HE, que establece que, con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100%, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

a) Dotara la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través

de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).

b) Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).

c) Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

d) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

Advierte, no obstante, el párrafo 5 que: en el caso de optarse por las soluciones b) y c), dentro del mantenimiento deben programarse las operaciones a realizar consistentes en el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iníciales. Estas operaciones se realizarán una semana antes y otra después de cada periodo de sobreproducción energética. No obstante se recomiendan estas soluciones solo en el caso que el edificio tenga un servicio de mantenimiento continuo. No hay que olvidar la obligación de vigilar, durante todo el año, la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

Estas disposiciones, destinadas a proteger a las instalaciones de sobrecargas excesivas que pueden originar un rápido deterioro y en ciertas situaciones geográficas dificultades en el cumplimiento de la aportación solar mínima, por lo que debe ser estudiada cuidadosamente en cada caso.

3.6.2.5 Sistema de acumulación solar

El volumen de acumulación es una magnitud que permite un cierto grado de elección entre unos límites, teniendo en cuenta que un volumen excesivamente

pequeño no permite que el captador transfiera suficiente calor para hacer efectivo su funcionamiento en las horas de mayor emisión solar, y que un volumen excesivamente grande reduce la productividad. El CTE establece que el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A = 770/10{,}88 = 70{,}77 < 180 \qquad (3.6.2.5.1)$$

Dónde:

A - Suma de las áreas de los captadores, en m^2

V - Volumen del depósito de acumulación solar, en litros.

Como vemos, el valor es correcto para un depósito de 770 litros. Este valor equivale a una horquilla de 50 a 180 l/m^2 de captador, adoptándose habitualmente 75 l/m^2. Hay que tener en cuenta el apartado 3.3.3, Sistema de acumulación solar, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, que establece que el sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

La acumulación solar centralizada es la considerada como más conveniente en el CTE, recordando que el apartado 3.3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE, dice que, preferentemente, el sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores.

El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente, en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados. El motivo de esta disposición es que la conexión en serie invertida favorece la estratificación de las temperaturas. Este sistema se considera como menos conveniente que el anterior en el CTE. No obstante, la tendencia del mercado hacia la individualización de las instalaciones para cada usuario, unida a la dificultad en algunos casos de contar

con locales adecuados, hace prever su amplia utilización, al menos en zonas urbanas consolidadas.

Los depósitos de acumulación suelen ser interacumuladores con intercambiador de serpentín o de doble envolvente. De todas formas, pueden diseñarse instalaciones con intercambiadores independientes para cada usuario, de forma que el consumo de A.C.S. se individualice y no se requieran contadores divisionarios de agua caliente.

3.6.2.6 Sistema de intercambio

El intercambiador de calor del sistema de captación solar debe ser capaz de disipar toda la energía procedente de los captadores solares hacia el depósito de acumulación. Según el apartado 3.4.3 de la Sección HE4, del DB HE, cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores.

El CTE establece que, para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

$$S_{util\ intercambio} \geq 0{,}15 \times S_c \qquad (3.6.2.6.1)$$

Dónde:

$S_{util\ intercambio}$ - superficie útil del intercambiador interno, en m^2

S_c - superficie total de captadores instalados, en m^2.

Esta prescripción tiene carácter de mínimo obligatorio, aconsejando otros autores una mayor superficie.

Al igual que en el caso anterior, el CTE, en su documento básico HE establece que, para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima

del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1.000 W/m^2 y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P > 500 \times S_c \qquad (3.7.2.6.2)$$

Dónde:

P - potencia mínima del intercambiador, en W

S_c - superficie de captación, en m^2.

3.6.2.7 Circuito hidráulico

Un circuito hidráulico se define, en general, como el conjunto de elementos unidos de tal forma que permiten el paso o circulación de la corriente hidráulica para conseguir algún efecto útil.

En el apartado 3.2.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, se enumera, entre los sistemas que conforman la instalación solar térmica, un circuito hidráulico constituido por un conjunto de tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. Se está refiriendo, evidentemente, al circuito primario aunque no se mencionan los restantes circuitos en este apartado.

En las condiciones generales de la instalación, reguladas en el apartado siguiente al anteriormente mencionado se dice que las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.

El Apéndice A, Terminología, de la Sección HE4, recoge las siguientes definiciones:

- **Circuito primario:** circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.
- **Circuito secundario:** circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.
- **Circuito de consumo:** circuito por el cual circula agua de consumo.

En la práctica, según el esquema elegido, existirán como mínimo estos tres circuitos, incluyendo el de distribución de A.C.S., pero en cualquier caso son en todo semejantes, sujetos a las leyes de la hidrodinámica. El apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4, del DB HE, dice que debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado, y si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

Un circuito se considera equilibrado cuando sus distintos ramales tienen una pérdida de carga igual o muy parecida, evitando de esta manera recorridos preferentes, que originarán caudales distintos a los previstos. Además del diseño de los distintos ramales, para que resulten de longitud sensiblemente igual, el párrafo 4 del apartado 3.3.3.2, de la Sección HE4, del DB HE, recomienda el retorno invertido para la conexión entre captadores y entre filas. En cuanto al diseño de los tramos el CTE establece que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

Es importante evitar la formación de bolsas de aire, para ello los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación, de acuerdo con el mismo apartado 3.3.5.2, condición más restrictiva que la que aparece en el RITE, que la establece superior o igual al 0,2%, tanto cuando la instalación esté fría, como cuando esté caliente.

3.6.2.7.1 Circuito hidráulico primario

El circuito hidráulico primario es el encargado de establecer el movimiento del fluido que recoge la energía solar hasta el sistema de intercambio y acumulación, y su retorno hasta los captadores.

El campo de captadores está constituido por un número más o menos elevado de ellos, por lo que han de conectarse hidráulicamente entre ellos en grupos, denominados baterías o filas. La Sección HE4, del DB HE, establece en el apartado 3.3.2.2 las condiciones que deben cumplir las conexiones de los captadores:

- Se debe prestar especial atención a la estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.
- Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos.

Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

- Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de A.C.S. se podrán conectar en serie hasta 10 m^2 en las zonas climáticas I y II (como es nuestro caso), hasta 8 m^2 en la zona climática III y hasta 6 m^2 en las zonas climáticas IV y V.
- La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

La disposición más adecuada es la de captadores conectados en paralelo, cuyas filas se conectan también en paralelo, pero razones de espacio y economía

pueden imposibilitar a veces esta solución. El equilibrado hidráulico es un requisito reiteradamente expuesto, por lo que hay que realizar el diseño cuidadosamente para evitar que existan recorridos preferentes que puedan originar que algunos grupos de captadores no reciban el caudal suficiente de fluido caloportador para su correcto funcionamiento.

El método aconsejado en general para lograr el equilibrado consiste en el adecuado diseño de los recorridos de tubería, con "retorno invertido", diseñando el trazado del circuito de modo que no haya recorridos de menor longitud de tuberías. Si se cumple esta condición y la pérdida de carga unitaria por metro de tubería no presenta grandes diferencias entre los diferentes tramos, el circuito queda equilibrado.

En nuestro caso realizaremos el conexionado de los 3 captadores en serie, circulando por todo el circuito el mismo caudal, el cual dependerá del caudal nominal especificado por el fabricante de cualquiera de los captadores puesto que son todos iguales.

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por m^2 del captador, de su superficie y del número de ellos. El apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, establece que el caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m^2 de red de captadores, lo que equivale a 43,2 l/hm^2 y 72 l/hm^2, respectivamente.

También dice el mismo apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4 que, en las instalaciones en las que los captadores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores en serie. Se aprecia nuevamente la importancia de la visión global al proyectar el circuito, porque decisiones aisladas como la conexión de los captadores influyen en el conjunto.

Un valor medio de 50 l/(hm^2) de captación solar, para captadores solares conectados en paralelo, es apropiado para lograr una transferencia adecuada de la energía captada, y es el que se utilizará en este proyecto.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores, porque la conexión distribuye el fluido de forma independiente en cada captador. Sin embargo, una conexión en serie mantiene el caudal constante, siendo el mismo fluido el que atraviesa todos los captadores que componen la fila, aumentando su temperatura en cada paso, aunque con un rendimiento menor.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{captador} \times A \times N \qquad (3.6.2.7.1.1)$$

Donde:

Q - caudal total del circuito primario, en l/h.

$Q_{captador}$ - caudal unitario del captador, en l/(h·m^2).

A - superficie de un captador solar, en m^2.

N - n° de captadores en paralelo, entendiendo que el caudal de una serie equivale a un único captador.

En nuestro caso hay 2 grupos 4 captadores en serie y a su vez en paralelo.

El dimensionado de las tuberías del circuito primario se realiza de la forma habitual de cualquier circuito hidráulico, según las leyes de la dinámica de fluidos en los tubos de sección constante.

En cuanto al diseño de los tramos hay que considerar que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tres variables del cálculo de una tubería son el caudal en el

tramo, la pérdida de carga por rozamiento y la altura piezométrica o presión en el conducto. En los circuitos de las instalaciones de energía solar térmica la altura piezométrica se considera a priori igual a cero, debiendo la bomba de circulación proporcionar la necesaria para el movimiento del líquido.

La ecuación de continuidad establece la relación entre el caudal Q, la velocidad v y la sección S, en la tubería de sección constante:

$$Q = v \times S = (v \times Pi \times D_2) / 4$$

Ecuación 3.6.2.7.1.2

Siendo:

Q - caudal, en m^3/s.

V - velocidad, en m/s.

S - sección interior de la tubería, en m^2.

D - diámetro interior de la tubería, en m.

Utilizando las unidades más habituales, teniendo en cuenta que 1 l/h=278 • 10^{-7} m^3/s, y simplificando la fórmula, se puede obtener despejando la velocidad la expresión siguiente:

$$v = 0{,}354 \times Q/D^2$$

(3.6.2.7.1.3)

Donde:

V - velocidad, en m/s.

Q - caudal, en l/h.

D - diámetro interior de la tubería, en mm.

Partiendo de un caudal dado, la elección de una velocidad idónea es un factor que se debe ponderar cuidadosamente tanto por cuestiones acústicas, ya que por encima de 1,5 m/s resulta muy ruidosa, como por el depósito de material disuelto, ya que por debajo de 0,5 m/s se producen incrustaciones. Como la Sección HE4 no contiene indicación alguna al respecto, se puede recomendar:

- En derivaciones interiores, no superar 1 m/s.
- En acometidas y distribuidores, puede llegar a 1,5 m/s.
- En exterior y cámaras de instalaciones, hasta 2,5 m/s.

Con estos valores de la velocidad, conociendo el caudal, puede calcularse la sección de la tubería.

El otro aspecto a tener en cuenta en el dimensionado de las tuberías es la pérdida de carga. Los conductos oponen resistencias al fluido resultante debido a rozamiento. Se trata de un fenómeno complejo que ha sido objeto de numeroso estudios desde las investigaciones de Bernuilli en el siglo XVIII, y cuyo resultado es la pérdida de la altura piezométrica, o de presión, en el circuito que hay que compensar mediante el impulso de una bomba, puesto que la presión inicial en el caso de estos circuitos es cero.

Existen numerosas expresiones empíricas que proporcionan unos resultados aproximados de la pérdida de carga unitaria de un tramo recto de tubería en función del diámetro y de la velocidad o el caudal. El cálculo de caudales se fundamenta en el Principio de Bernuilli que, para un fluido sin rozamiento, se expresa como:

$$h + \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\rho} = constante$$

(3.6.2.7.1.4)

Donde:

G - aceleración de la gravedad.

ρ - peso específico del fluido.

P - presión.

El enunciado de este principio es que a lo largo de toda corriente fluida la energía total por la unidad de masa es constante, estando constituida por la suma de presión, la energía cinética por unidad de volumen y la energía potencial igualmente por unidad de volumen Se aprecia que los tres sumandos tienen unidades de longitud, por lo que el principio normalmente se expresa en

hidrodinámica enunciando que, a lo largo de una línea de corriente, la suma de la altura geométrica, la altura de velocidad y la altura de presión se mantiene constante.

La ecuación entre dos puntos 1 y 2 se puede expresar como:

$$h_1 + \frac{v_{12}}{2g} + \frac{P_1}{\rho} = h_2 + \frac{v_{22}}{2g} + \frac{P_2}{\rho} + perdidas(1,2)$$

(3.7.2.7.1.5)

Siendo "pérdidas (1,2)" la pérdida de energía (o de altura) que sufre el fluido por rozamiento al circular entre el punto 1 y el punto 2. Esta ecuación es aplicable tanto al flujo por tuberías como al flujo por canales y ríos.

Si llamamos L a la distancia entre los puntos 1 y 2, medidos a lo largo de la conducción, el cociente pérdidas (1-2)/L representa la pérdida de altura por unidad de longitud de conducción. A este valor se le llama pendiente de la línea de energía y se le denomina J en hidráulica, aunque a partir de aquí se emplea la forma más habitual en fontanería $Pdc_{unitaria}$.

En el caso de las tuberías de sección circular constante, de acuerdo con el principio de continuidad de la vena líquida, el agua se traslada en un conducto a sección llena y velocidad constante, por lo que si una rodaja diferencial de masa m y espesor Al, se traslada entre dos puntos, por el principio de conservación de la energía, se puede poner:

$$mg \cdot H + 1/2\ mv^2 = 0 + 1/2mv2 + R$$

(3.6.2.7.1.6)

Donde R representa la pérdida de energía producida por el rozamiento de la rodaja diferencial, que será por tanto directamente proporcional a la longitud L recorrida, a la altura geométrica H, correspondiente a dicho recorrido lineal, cuyo valor es $H = v^2/2g$ cuando la altura piezométrica es nula, e inversamente proporcional al diámetro D del tubo, resultando la siguiente expresión, con un coeficiente de proporcionalidad y:

$$R = mg \cdot H = \gamma\ (v^2/2g)\ L\ (1/D)$$

(3.6.2.7.1.7)

Donde mg representa el peso unitario, siendo equivalente en el caso del agua a:

$$mg = Pi \cdot v^2/4 \cdot \Delta l$$

(3.6.2.7.1.8)

Por lo que en el caso del agua:

$$Pi \cdot D^2/4 \cdot \Delta l \cdot H = \gamma \cdot v^2/2g \cdot L/D$$

(3.6.2.7.1.9)

Por otra parte, la pérdida unitaria J $Pdc_{unitaria}$ es la relación entre H y L por lo que, sustituyendo y despejando, resulta la fórmula general de pérdidas de carga, por unidad de longitud, de los conductos circulares a sección llena:

$$Pdc_{\ unitaria} = \lambda\ v^2/2gD$$

(3.6.2.7.1.10)

Donde:

$Pdc_{unitaria}$ - pérdida de carga en metro de columna de agua por metro lineal de tubería (m.c.a./m).

V - velocidad media circulante, en m/s.

g - aceleración de la gravedad, en m/s^2.

D - diámetro interior de la tubería en m.

$\Lambda=4\gamma/\Delta l$ - coeficiente de rozamiento del material del tubo, adimensional.

La práctica de la ingeniería hidráulica ha conducido al desarrollo de numerosas fórmulas experimentales, o derivadas de las ecuaciones fundamentales pero matizadas mediante números adimensionales, particularizando para los distintos materiales utilizados, o bien para límites de secciones del conducto. Podemos mencionar la ecuación de Flamant, para tuberías de menos de 50 mm de

diámetro, que es la empleada habitualmente en los cálculos de suministro de agua en instalaciones interiores.

Su expresión es:

$$Pdc_{unitaria} = F \ x \ v^{1.75}/D^{1.25}$$

(3.6.2.7.1.11)

Dónde:

$Pdc_{unitaria}$ - pérdida de carqa, en m de columna de aqua por metro lineal de tubería (m.c.a./m).

v - velocidad media circulante, en m/s.

D - diámetro interior de la tubería, en m.

F - constante del material de la tubería.

Hay autores que adoptan para el cálculo la fórmula de Flamant con un coeficiente de rugosidad único sea cual sea el tipo de tubería, por considerar que, pasado un cierto tiempo de utilización, la rugosidad relativa no es la del metal de origen, sino la resultante del material depositado por el agua en la cara interna de la tubería.

En el caso de que el líquido caloportador no sea agua, sino que se utilice una mezcla de agua y anticongelante a base de glicol, la pérdida de carga unitaria obtenida por la fórmula anterior deberá multiplicarse por 1,3 para tener en cuenta la mayor viscosidad del fluido.

Puede ser necesario, en ocasiones, relacionar el diámetro con el caudal en lugar de relacionarlo con la velocidad. Una de las expresiones, obtenidas a partir de la fórmula de Flamant, es la que se propone a continuación y es aplicable para tuberías de paredes lisas de cobre, por las que circula agua caliente sin aditivos.

$$Pdc_{unitaia} = 378 \ x \ Q^{1.75}/D^{4.75}$$

(3.6.2.7.1.12)

Donde:

$Pdc_{umtaria}$ - pérdida de carga en mm de columna de agua por metro lineal de tubería (mm.c.a./m).

Q - caudal de circulación por la tubería, en l/h.

D - diámetro interior de la tubería, en mm.

Además de las pérdidas de carga lineales, existen en las tuberías otras debidas a las piezas especiales existentes en el circuito, tales como accesorios, derivaciones, curvas, cambios de sección, llaves, etc., que se denominan aisladas, puntuales o locales. Para el cálculo de las pérdidas de cargas aisladas, o locales, existen varios sistemas:

- El denominado método cinético, el de las longitudes equivalentes y el de aumento de rozamiento de las tuberías (habitualmente un 15%) por las pérdidas locales. El método cinético es el más exacto, pero excesivamente complicado para los usos habituales de los circuitos hidráulicos.

- El método de aumento de rozamiento de las tuberías por las pérdidas locales, consiste en incrementar las pérdidas lineales en un porcentaje, habitualmente un 15%. Para compensar dichas pérdidas. Aunque parece poco riguroso, diversos estudios han llegado a la conclusión de que sus valores son bastante aproximados a los de los otros métodos.

Los valores de cada pérdida de carga equivalente dependen del tipo de singularidad, material, sección de la tubería y datos de fabricación. Por ello estos datos suelen ser proporcionados por los fabricantes, aunque existen tablas genéricas con valores medios aproximados, que pueden utilizarse para el cálculo si no se dispone de otros datos más precisos del fabricante o suministrador.

Accesorio	Diámetro nominal de la tubería								
	12	18	22	28	35	42	54	66,7	76,1
Curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18
Codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01
Curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54
Reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30
T confluencia en ramal	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
T derivación a ramal	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80
Válvula antirretorno de clapeta	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40
Válvula de compuerta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81
Válvula de asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69

Tabla 3.6.2.7.1.1

3.6.3 INSTALACIÓN OBJETO DEL PROYECTO

3.6.3.1 Colectores solares

El colector solar empleado tendrá las siguientes características:

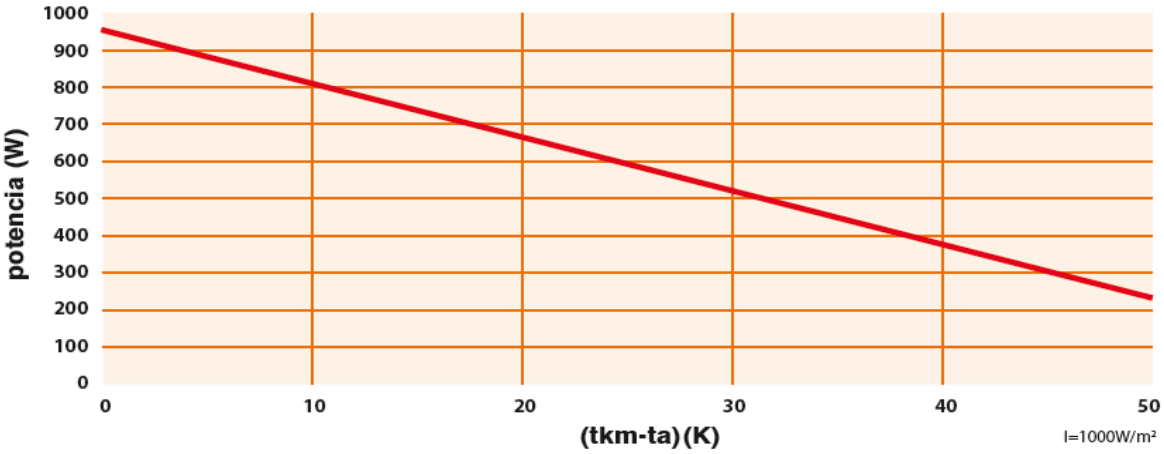
Imagen 3.6.3.1.1 captador solar thermoslate

MODELO DE CAPTADOR SOLAR THERMOSLATE®				
Características	THS.3222.S07	THS.3222.S10	THS.4022.S11	THS.5025.S10*
TAMAÑO DE PIZARRA (cm)	32x22	35x22	40x22	50x25
SOLAPE (cm)	7	10	11	10
DIMENSIONES EXTERIORES Largo x Ancho x Alto (mm)	2458x650x37	2458x605x37	2458x745x37	2267x743x37
SUPERFICIE TOTAL (m^2)	1,60	1,48	1,51	1,45
SUPERFICIE DE ABSORCIÓN (m^2)	1,19	1,12	1,41	1,36

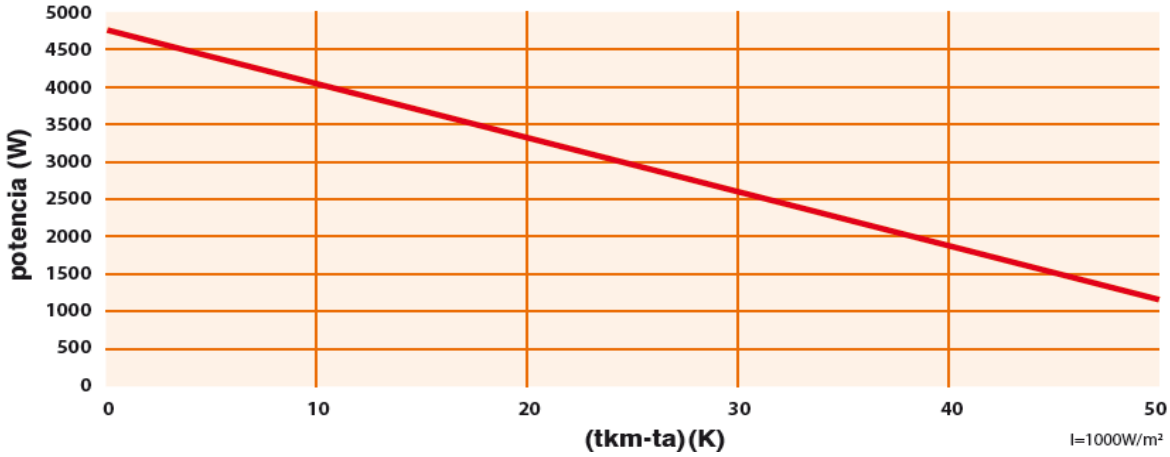
Imagen 3.6.3.1.2 Dimensiones captador solar thermoslate

El modelo elegido es el THS. 5025. S10

// Curva de potencia por unidad de colector.



// Curva de potencia para 5 colectores. (5,9 m²)



// Curva de eficiencia del sistema.

La curva de eficiencia se calcula siguiendo la siguiente expresión:

$$n_e = n_o - a_1 \frac{(tm - ti)}{E_g} - a_2 \frac{(tm - ti)^2}{E_g}$$

donde

η°=0,82
a1= 11,53 W/(m2 K)
a2= 0,044 W/(m2 K)

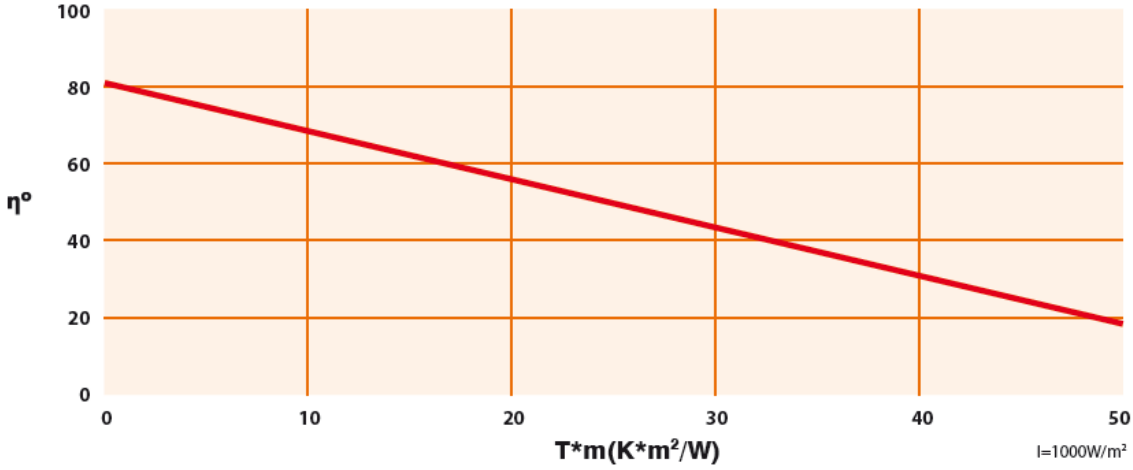


Imagen 3.6.3.1.3 curvas captador solar thermoslate

Especificaciones generales de los captadores	
Peso en vacío (Kg)	34,5
Contenido de fluido (l)	0,40
Fluido calor-portante	Agua + Propilenglicol
Caudal recomendado (Kg/s)	0,03 - 0,06*
Configuración de tubos y diámetro (mm)	Parrilla Ø 2,8 mm**
Presión de trabajo recomendada (bar)	2 - 4
Presión máxima de trabajo (bar)	6
Presión máxima soportada por el absorbedor (Mpa)	0,3 Mpa
Mínimo ángulo de instalación	0º
Máximo ángulo de instalación	90º
Resistencia al hielo (ºC)	-38
Temperatura de estancamiento a 1000 W/ m² a 30ºC (ºC)	90

**Caudal en función de pérdidas de carga. Conexión en serie o paralelo.*
***Diámetros equivalentes.*

Imagen 3.6.3.1.4 Especificaciones captador solar thermoslate

Datos mecánicos de los módulos	
Medidas (tolerancia ± 3 mm)	2393 x 541 mm
Altura máxima (tolerancia ± 3 mm)	37 mm
Presión por unidad de superficie	max. 0,3 MPa

Datos de eficiencia	
Tests de eficiencia	Inst. Giordano
Certificación	Solar Keymark
Factor de rendimiento óptico	0,82
Factores de pérdidas	a1 11,53 W/(m² K) a2 0,044 W/(m² K)

Fluido de trabajo	
Tipo	Propilenglicol con propiedades anticorrosivas
Composición y aditivos	Propilenglicol y agua
Densidad (g/cm³)	1,06

Imagen 3.6.3.1.5 Especificaciones captador solar thermoslate

3.6.3.2 Tuberías

Como todos los colectores solares son iguales y están conectados en serie, por ellos siempre circulará el mismo caudal, de modo que aplicando el caudal recomendado por el fabricante es entre 0,03 – 0,06 l/s, como tenemos 2 grupos en paralelo. El caudal recomendado estará por tanto entre 0,06 - 0,12 l/s. en l/h estaría comprendido entre 216 – 432 l/h

La tubería elegida es del fabricante acero solar:

Es una tubería flexible con un sistema de instalación rápido y fiable, especialmente indicado para el circuito primario en cualquier tipo de instalación térmica (solares, geotérmicas, biomasa,).

Tubería flexible de acero inoxidable de Acero Solar características:

- Aleación AISI 316L (DIN 1.4404).
- Temperaturas de trabajo: -270 a 600ºC.
- Gran variedad de diámetros desde DN10 hasta DN50.
- Stock permanente en medidas DN12, DN16, DN20, DN25, y DN32.
- Gran variedad de formatos: longitud de rollo configurable, personalización, packs promocionales,...

Los diámetros que se van utilizar son diámetro de 16 mm para la conexión entre los colectores y para las bajantes de 20mm de diámetro

Imagen 3.6.3.2.1 tubería acero solar

Estos diámetros cumplen tanto el caudal necesario como las pérdidas de carga, que debido a la velocidad del fluido son casi nulas.

Las tuberías deben estar convenientemente aisladas. El RITE establece el grosor mínimo del aislamiento de las tuberías en función de la temperatura máxima de fluido que circula por su interior y el diámetro de la canalización. Cuando los componentes estén aislados al exterior, el espesor indicado en las tablas anteriores será incrementado, como mínimo, en 10 mm para fluidos calientes.

Estos espesores mínimos son válidos para materiales de aislamiento con una conductividad térmica l igual a 0,040 W/(m K) a 20 °C. Para materiales de aislamiento con una conductividad A, diferente de W/ (m k), el RITE indica la siguiente expresión para el cálculo del espesor mínimo e:

$$e = D_i/2\ [EXP\ (\lambda/0.04 \times \ln \times D_i + 2 \times e_{ref}/D_i)-1] \qquad (3.6.3.2.1)$$

Donde:

e - espesor mínimo del aislamiento, en mm.

e_{ref} - espesor mínimo del aislamiento según tabla.

D_i - diámetro interior del aislamiento, en mm.

Λ_i - conductividad térmica del material de aislamiento, en W/(K).

Λ_{ref} - conductividad térmica de referencia 0,040 W/(m K).

EXP - significa función exponencial del número e (2,7183).

Se utilizarán en todos los conductos del circuito primario envolventes aislantes de 50 mm.

Para las tuberías de las bajantes el sistema SATE se utilizara como aislante

3.6.3.3 Bomba

La circulación del fluido caloportador es semejante al de un sistema convencional de calefacción o A.C.S., realizándose con ayuda de bombas de circulación, o circuladores. Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, no la presión hidrostática porque la columna de

agua ejerce fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose sus efectos.

Los dos valores característicos de una bomba de circulación son la altura mano-métrica H que proporciona la bomba o pérdida de carga que es capaz de vencer, y el caudal de circulación Q, cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

La bomba del circuito primario de captación debe elegirse a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación y la altura manométrica del punto de funcionamiento. La altura manométrica H de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías.
- La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador.
- La pérdida de carga de los captadores solares.

$$H = Pdc_{tuberias} + Pdc_{intercambiador} + Pdc_{captadores} \qquad (3.6.3.3.1)$$

Las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor $Pdc_{intercambiador}$, y en los captadores solares es una información que deben suministrar los fabricantes de estos componentes. En el caso de los captadores solares se suministra una curva de pérdida de carga en función del caudal de circulación, obtenida mediante un ensayo en laboratorio. Conocidos estos dos valores, Q y H, se selecciona una bomba cuya curva característica esté por encima del punto de funcionamiento de diseño. Para obtener con precisión el caudal real deseado, es posible instalar una válvula de equilibrado hidráulico en el tramo general de circuito primario, ajustada en la posición adecuada.

En la instalación objeto del presente proyecto se instalará una de bomba de circulación marca ALPHA SOLAR 25-145 180 (o equivalente) para un caudal máximo de 3000 l/h y una altura de impulsión máxima de14,5 m.

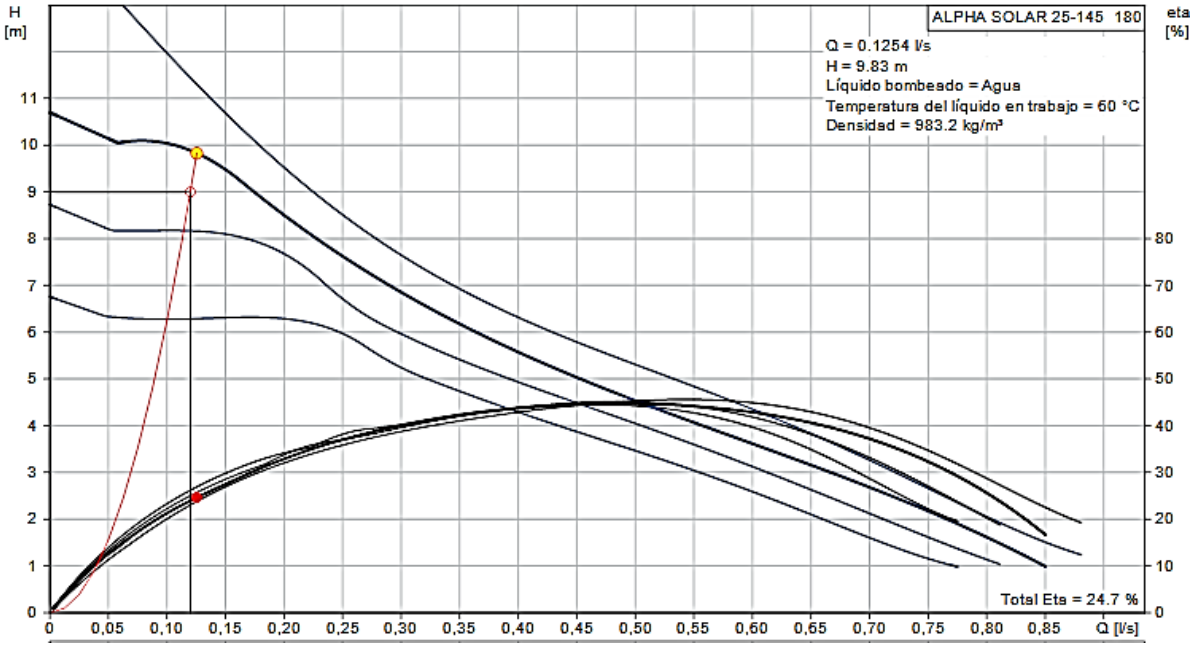


Imagen 3.6.3.3.1 tabla selección bomba

Imagen 3.6.3.3.2 bomba alpha solar

3.6.3.4 Vaso de expansión

El volumen del vaso de expansión depende del volumen total de fluido en el circuito primario de la instalación y del coeficiente de dilatación en función de la mezcla de agua y anticongelante del fluido caloportador y del salto térmico producido en las condiciones extremas de la instalación. Si el vaso de expansión es cerrado, caso habitual, también interviene el factor de presión, o relación entre la presión final absoluta del vaso de expansión (o presión de tarado de la válvula de seguridad) y la diferencia entre las presiones absolutas final e inicial del vaso de expansión. Para calculara el volumen de un vaso de expansión cerrado se emplea la siguiente fórmula:

$$V_{vaso} = V \times n \times Pf / Pf - Pi \qquad (3.6.3.4.1)$$

Donde:

V_{vaso} - volumen del vaso de expansión, litros.

V - volumen de fluido caloportador en el circuito primario, litros.

n - coeficiente de dilatación, adimensional.

P_f - presión absoluta final del vaso de expansión, kg/cm^2.

P_i - presión absoluta inicial del vaso de expansión, kg/cm^2.

La fracción P_f / (P_f- Pi) se denomina factor de presión F, y representa el cociente entre la presión final y la diferencia entre las presiones final e inicial. Como valor de P_f suele partirse del valor de la presión correspondiente al tarado de la válvula de seguridad, P_{vs}, que es la máxima a la que la instalación puede funcionar y constituye el límite que nunca se debe alcanzar durante las condiciones de operación, incluso en estado de estancamiento. La presión de la válvula de seguridad se elige en función de las presiones nominales de los componentes del circuito primario. Estos a menudo tienen una presión nominal de 10 bar, mientras que la de 6 bar suele ser bastante común en las instalaciones pequeñas.

Para obtener la presión absoluta, el valor de tarado de la válvula de seguridad debe incrementarse en 1 kg/cm^2, que es la presión atmosférica, y aplicar un valor reductor de 0,90, porque si el límite fuera el mismo que el de la válvula ésta podría dispararse frecuentemente. Con esto resulta:

$$P_f = 0{,}90\ P_{vs} + 1$$

(3.6.3.4.2)

La presión inicial, Pi, de llenado del circuito será como mínimo de 0,5 kg/cm^2 al nivel de los captadores solares para evitar la entrada de aire en el circuito, a la que se suma 1 por la presión atmosférica (P. = 1,5 kg/cm^2 de presión absoluta). A este valor deberá añadirse la presión correspondiente a la altura de la columna de agua situada sobre el vaso, o presión estática P . Si la diferencia de cota existente entre el punto más alto de la instalación y la posición del vaso es de 10 m, la presión estática a añadir será de 1 kg/cm^2 de presión relativa (es decir, 2 kg/cm^2 de presión absoluta). En este caso, el valor de P. sería de 2,5 kg/cm^2 de presión absoluta. Es decir:

$$P_i = P_{est} + 0{,}5 + 1$$

(3.6.3.4.3)

Hay que tener en cuenta que cuando se habla de presiones en kg/cm^2, en realidad se está hablando de kilopondio, o kilogramo fuerza:

$$kp = 1\ kg \times 9{,}81\ m/s^2 = 9{,}81\ N$$

(3.6.3.4.4)

Al convertir de metros a centímetros resulta una equivalencia de 1 kp /cm^2= 9,81 N/ cm^2 x 10.000 cm^2 /m^2 = 98.100 N/m^2 (Pascales) 1 atm = 101.325 Pa = 0,968 kp/cm^2. Es decir, cuando se habla de un kg/cm^2, que es lo mismo que decir 1 bar, unidad de presión que no corresponde con el Sistema Internacional, cuya unidad de medida es el Pascal, se está hablando de la presión en kilopondios equivalente a una atmósfera, con un pequeño error.

El coeficiente de dilatación, n, de la mezcla depende de su composición y del salto térmico, si consideramos la dilatación desde 4 °C hasta 100 °C, el valor para agua sin aditivos, es igual a 0,043. En el caso de que se utilice agua con anticongelante y no se disponga de información concreta respecto a la dilatación de la mezcla, se puede tomar un valor igual a 0,08. Se aconseja, en general, seguir las instrucciones del fabricante de los productos anticongelantes.

Respecto a su posición en el circuito, el apartado 3.3.5.4 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, indica que los vasos de expansión se conectarán preferentemente en la aspiración de la bomba, y que la altura a la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure que el fluido no se desborda y no se introduce aire en el circuito primario. La conexión al circuito primario debe realizarse de forma directa, sin intercalar ninguna válvula o elemento de cierre que pueda aislar el vaso de expansión del circuito que debe proteger.

Aplicando las formulas anteriores obtenemos los siguientes datos y el volumen del vaso de expansión.

Volumen de fluido caloportador en el circuito primario es igual a la sección de la tubería de 12 mm de diámetro interior para la de 16 mm y 16 mm de diámetro interior para la de 20 mm ,por la longitud total del circuito.

$$A = \pi r^2 = \pi \times 0{,}006^2 = 0{,}00011309 \text{ m}^2$$
$$A = \pi r^2 = \pi \times 0{,}008^2 = 0{,}00020106 \text{ m}^2$$

(3.6.3.4.5)

$$V_{TUBERIAS\,16} = A \times L = 0{,}00011309\, m^2 \times 21\, m = 0{,}002375\, m^3 \times 1000 = 2{,}375 l$$
$$V_{TUBERIAS\,20} = A \times L = 0{,}00020106\, m^2 \times 35\, m = 0{,}007037\, m^3 \times 1000 = 7{,}037 l$$

$$V_{COLECTORES} = 0{,}4 \times 8 = 3{,}2\, l$$
$$V = V_{TUBERIAS} + V_{COLECTORES} = 9{,}412\, l + 3{,}2\, l = 12{,}612\, l$$

(3.6.3.4.6)

Presión válvula de seguridad

$$P_{VS} = 6\, bar$$

Presión absoluta final del vaso de expansión.

$$P_f = 6{,}4\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

Presión absoluta inicial del vaso de expansión.

$$P_i = 1{,}5\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

Coeficiente de dilatación, n=0,08

Volumen del vaso de expansión.

$$V_{VASO} = V \times n \times \frac{P_f}{P_f - P_i} = 12{,}612\ l \times 0{,}08 \times \frac{6{,}4\ {}^{kg}/_{cm^2}}{6{,}4\ {}^{kg}/_{cm^2} - 1{,}5\ {}^{kg}/_{cm^2}} = 1{,}31\ l$$

(3.6.3.4.7)

Como el vaso de expansión más pequeño es de 8 litros qué es el que utilizamos en este caso.

3.6.3.5 Purgas de aire

El CTE establece que en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm^3. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

3.6.3.6 Válvula de seguridad

La válvula de seguridad es un dispositivo de protección de los componentes de la instalación frente a las variaciones de presión y temperatura. El DB HE del

CTE en el apartado 3.4.6, de la Sección HE4, establece que las válvulas de seguridad deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

El RITE, en la IT 1.3 establece que en todos los circuitos cerrados de líquidos o vapores se dispondrá, por lo menos, de una válvula de seguridad cuya apertura impida el aumento de presión interior por encima de la de timbre. Su descarga será visible y estará conducida a un lugar seguro.

La válvula de seguridad debe tener, para su control y mantenimiento, un dispositivo de accionamiento manual tal que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de la misma. En los circuitos en contacto con la atmósfera dicha válvula puede ser sustituida por un tubo de seguridad.

La presión a la que se abre es lo que se denomina tarado de la válvula de seguridad, y debe ser inferior a la presión máxima que pueda soportar el elemento más débil de la instalación, que suele ser el vaso de expansión cerrado.

Como valores orientativos, la presión máxima de los componentes es de 10 bar, siendo la presión de la válvula en instalaciones pequeñas y medianas aproximadamente de 3 bar y en las instalaciones grandes hasta 7 bar.

3.6.3.7 Circuito hidráulico secundario

El circuito secundario es obligatorio, de acuerdo con el apartado 3.2.2, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. El circuito secundario va del intercambiador externo al acumulador, o del interacumulador a la instalación de apoyo de energía convencional auxiliar, dependiendo del esquema de la instalación. En el primer caso será necesario un circuito terciario, pero es un sistema más eficiente energéticamente.

En nuesto caso nos encontramos ante el segundo supuesto ya que la conexión se realiza directamente del interacumulador al los colectores.

3.6.3.8 Circuito hidráulico de distribución de A.C.S.

El circuito hidráulico de distribución del agua caliente sanitaria para el consumo tiene diversas configuraciones, según el esquema elegido para la instalación. La forma de cálculo es igual a la de cualquier instalación de distribución de A.C.S. La normativa de aplicación es el DB HS Salubridad, del CTE, en su Sección HS4 Suministro de agua, cuyo apartado 4.2.1, dimensionado de los tramos, dice:

1. El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento, como a su altura geométrica.

2. El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo con este procedimiento:

a) El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo a la tabla 2.1.

b) Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.

c) Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

d) Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s.

e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

El apartado 4.4.1, Dimensionado de las redes de impulsión de A.C.S., de la Sección HS4, del DB HS, dice que para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se

seguirá el mismo método de cálculo que para las redes de agua fría. También habrá que tener en cuenta el RITE.

La temperatura es la de consumo, y los materiales son los admitidos para suministro de A.C.S., que se comentaron anteriormente.

3.6.3.7 Sistema de energía convencional auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, el DB HE del CTE en el apartado 3.3.6, de la Sección HE4, establece que las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar, con la limitación de que queda prohibido su uso en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

3.6.3.10 Sistema de control

Una instalación solar térmica nunca funcionaría correctamente sin un adecuado sistema de control. Este sistema asume la función de regular los flujos de energía entre los captadores, el acumulador y el consumo. El proceso tiene dos fases:

- El control del proceso de carga, que tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y de transferirla al acumulador de manera eficaz.
- El control del proceso de descarga, para garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

En cualquier caso, el concepto básico es favorecer el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar, y no al revés. El DB HE del CTE en el apartado

3.3.7, Sistema de control, de la Sección HE4, establece las condiciones que debe cumplir este componente de la instalación, tal como se reproduce a continuación:

1. El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

2. En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.

3. Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

4. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

5. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superiores a la de congelación del fluido.

6. Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar.

7. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se

puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

En base a este conjunto de prescripciones, la cuestión más importante a la hora de diseñar una instalación solar térmica es que el control de la misma debe ser diferencial, es decir, se deben realizar mediciones entre la zona más caliente y la más fría de la instalación, actuando en consecuencia.

La regulación en las instalaciones de energía solar consiste básicamente en medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el acumulador, y disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca o no circulación de fluido, en función de que el momento sea o no favorable para conseguir un incremento neto de la energía útil acumulada.

3.6.3.11 Configuración con acumulación solar centralizada

La regulación de una instalación solar térmica con acumulación centralizada consiste en la puesta en marcha y la detención de las bombas de circulación en función de las condiciones existentes en cada momento. Para realizar estas funciones se emplean termostatos diferenciales con al menos dos sondas de temperatura:

- ✓ si $T_1 - T_2 > 6$ o 7 °C, la bomba se pone en marcha
- ✓ si $T_1 - T_2 < 2$ °C, la bomba se detiene.

Una sonda de temperatura, la sonda caliente T_v se sitúa a la salida de uno de los grupos de captadores solares, de modo que su lectura sea representativa de la temperatura en los captadores. La segunda sonda, la sonda fría T , se sitúa en la parte inferior del acumulador solar del que parte la conexión hacia el intercambiador.

El termostato diferencial pone en marcha la bomba cuando la temperatura de la sonda caliente de los captadores supera en unos 4 o 7 °C a la temperatura de la sonda fría situada en el acumulador y lo detiene cuando la diferencia es inferior a unos 2 °C, de acuerdo con el apartado 3.3.7, de la Sección HE4.

El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.

Los saltos de temperatura entre T, y T_2 para la regulación de la bomba del circuito secundario pueden ser modificados con la instalación en marcha para optimizar su funcionamiento.

El circuito de distribución tiene una regulación independiente, mediante un termostato diferencial, con la sonda caliente situada en la parte superior del acumulador centralizado y la sonda fría instalada en la canalización de retorno del circuito de distribución, con los mismos saltos térmicos para la puesta en marcha y la detención.

El modelo de acumulador elegido el siguiente:

Depósito acumulador de ACS, de SIMPLE PARED, MARCA LAPESA, serie GEISER-INOX 316. Modelo GX-R 800 de 770 litros de capacidad.

- Construido en acero inoxidable AISI-316L.
- Decapado químico mediante proceso automatizado, por inmersión en caliente, con garantía absoluta del 100% de la superficie en contacto con A.C.S y posterior pasivado, exento de mineralización.
- Presión de trabajo máxima 8 Kg/cm2 en circuito de A.C.S.
- Acabado exterior mediante espuma de poliuretano compacto inyectado en molde, con control permanente de celda, para evitar posibles condensaciones y minimizar pérdidas térmicas. Espesor del aislamiento 45-55mm hasta 500 litros, densidad 45Kg/m3 y coeficiente de transmisión térmica 0,025 W/mK.

- Las capacidades de 750/800 y 1000 litros, disponen de un sistema novedoso donde es desmontable una parte del aislamiento para poder acceder por puertas de 800 mm de ancho.

Imagen 3.6.3.11.1 acumulador solar

3.6.3.12 Sistema de medida

Las instalaciones solares térmicas, al igual que todas las instalaciones que conducen fluidos a presión y temperaturas elevadas, suelen incluir una serie de elementos de medida, que son de gran utilidad para evaluar su funcionamiento y cuantificar sus prestaciones reales, siendo obligatorios en algunos casos y en otros no, dependiendo del volumen de la instalación. Ya se ha visto, en el apartado del sistema de control, que son necesarios al menos los siguientes:

• Termómetro en el circuito primario solar, a la salida de los captadores solares.

• Termómetro en el circuito primario solar, en el retorno hacia los captadores solares, para evaluar el salto térmico en los intercambiadores, en su caso.

- Termómetro en el punto más frío de la acumulación solar.

Son necesarios también:

- Manómetro para conocer la presión del circuito primario de captadores.
- Manómetro en el circuito secundario o en la acumulación solar.
- Termómetro para comprobar la temperatura de distribución o utilización.

El apartado 3.3.8 de la Sección HE4 establece la obligatoriedad, a efectos de comprobación futura del rendimiento de la instalación, de instalar además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m^2 al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

a) Temperatura de entrada agua fría de red.
b) Temperatura de salida acumulador solar.
c) Caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo. Estos datos serán necesarios para el seguimiento de la Calificación Energética de los edificios, cuando se realice la transposición a nuestro país de la Directiva Europea.

Dependiendo de la instalación pueden aparecer otros mecanismos, como, por ejemplo, contadores divisionarios de agua caliente sanitaria.

3.6.4 INSTALACIÓN SISTEMA EXPERIMENTAL ACS

Debido a que, para mejorar los aislamientos, se necesita levantar la pizarra de la cubierta, para añadir el aislamiento. Se ha diseñado un sistema de aprovechamiento solar mediante tubería de EPR (polietileno reticulado) imagen 3.6.4.1 esta tubería ira metida dentro de tubo y embebido en mortero con arlita esta instalación se detalla en el plano 21

Imagen 3.6.4.1 Tubería EPR (polietileno reticulado).

Para la instalación se realizaran siete secciones para la zona norte y cinco secciones para la zona sur, cada sección estará compuesta por doce tuberías, seis de ida y seis de retorno, estas tuberías tendrán una longitud de 12 metros es decir lo que mide la cubierta , y su diámetro nominal será de 16 mm. Las tuberías se colocaran como se indica en el detalle constructivo del plano 21.

Para bajar estas tuberías hasta las instalaciones de la vivienda, se realizara sujetándolas a la fachada oeste de la vivienda, como se indica en el plano 17, y se instalarán por debajo del sistema SATE el cual servirá de aislamiento pues su espesor es de 120 mm más que suficiente según establece el RITE.

En el local de las instalaciones que se encuentra dentro del garaje de la vivienda se montará una bomba alpha solar por cada sección y todo este sistema irá unido a un colector que a su vez se conectará a un intercambiador de placas al que se le conectará un depósito de inercia de 500 litros.

A continuación, se muestra las imágenes de los elementos que componen la instalación

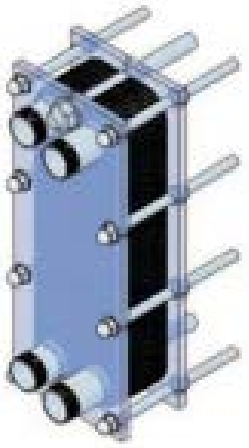


Imagen 3.6.4.2 Intercambiador de placas tecmi-23, 17 placas, potencia 41 Kw.

Imagen 3.6.4.3. Bomba alpha solar

Imagen 3.6.4.4. Depósito de inercia Chromagen 500 litros

3.6.4.1 Calculo del depósito de expansión para el circuito primario.

Aplicando las formulas anteriores obtenemos los siguientes datos y el volumen del vaso de expansión.

Volumen de fluido caloportador en el circuito primario es igual a la sección de la tubería de 12 mm de diámetro interior para la de 16 mm

$$A = \pi r^2 = \pi \times 0{,}006^2 = 0{,}00011309 \text{ m}^2$$

(3.6.4.1.1)

$$V_{TUBERIAS\ 16} = A \times L = 0{,}00011309\ m^2 x\ 1800\ m = 0{,}203562\ m^3 \times 1000 = 204 l$$

Presión válvula de seguridad

$$P_{VS} = 6\ bar$$

Presión absoluta final del vaso de expansión.

$$P_f = 6{,}4\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

Presión absoluta inicial del vaso de expansión.

$$P_i = 1{,}5\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

Coeficiente de dilatación, n=0,08

Volumen del vaso de expansión.

$$V_{VASO} = V \times n \times \frac{P_f}{P_f - P_i} = 204l \times 0{,}08 \times \frac{6{,}4\ {}^{kg}/_{cm^2}}{6{,}4\ {}^{kg}/_{cm^2} - 1{,}5\ {}^{kg}/_{cm^2}} = 21{,}31\ l$$

(3.6.4.1.2)

Elegimos un vaso de expansión 50 litros qué es más que suficiente

Imagen 3.6.4.1. Vaso de expansión 50 litros

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXO VII FOTOVOLTAICA

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.7 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.7.1 OBJETO DEL ANEXO

El objeto de este estudio es realizar el dimensionado básico, el cálculo de prestaciones energéticas y la descripción funcional de una instalación de aprovechamiento de energía solar mediante un sistema solar fotovoltaico.

Hay multitud de razones para el uso de energía renovables las más importantes son:

- Reducir la dependencia de recursos energéticos externos.
- Disminuir el impacto ambiental.
- Propiciar el ahorro de energía.
- Disminución de los costes de la producción.
- Obtener beneficios para la empresa.

3.7.2 NORMATIVA

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia

- R.D. 1663/2000, de 29 de Septiembre, que establece las normas de conexión a red de baja tensión de instalaciones fotovoltaicas.

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a Red (PCT) establecidas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en Julio de 2011.

- UNE 20460 – 7 – 712: 2006 Instalaciones eléctricas en edificios: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.

- Norma UNE-HD 60364-5-52:2014

- Norma UNE-EN 50618 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos

- Normas UNE para los materiales empleados

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el R.D. 842/2002 de 2 de Agosto e Instrucciones Técnicas complementarias (ITC).

- Código Técnico de la Edificación (CTE)

- Normas específicas de la compañía eléctrica suministradora

3.7.3 Componentes de la instalación

- MÓDULO FOTOVOLTAICO:

  Los paneles solares o módulos fotovoltaicos están formados por la interconexión de células solares encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie, son las encargadas de captar la energía procedente del sol en forma de radiación solar y transformarla en energía eléctrica por el efecto fotovoltaico.

- ESTRUCTURA:

  Los paneles fotovoltaicos se dispondrán encima de una estructura fija en el aparcamiento del local comercial. Dicha estructura soporte deberá cumplir las especificaciones de diseño de la instalación (orientación y ángulo de inclinación) y las pautas descritas en el Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).

- INVERSOR:

  El inversor es el equipo electrónico que permite inyectar en la red eléctrica comercial la energía producida por el generador fotovoltaico. Su función principal es convertir la corriente continua procedente de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna. El inversor tendrá sus propias protecciones internas para un óptimo funcionamiento.

- PROTECCIONES:

  Además de las protecciones integradas en el inversor, es necesario equipar la instalación con protecciones adicionales que protejan tanto la seguridad de la instalación y equipos como la seguridad de las personas responsables de su funcionamiento y mantenimiento.

  La implantación de protecciones deberemos llevarla a cabo atendiendo a la reglamentación vigente para este tipo de instalaciones, articulo 11 del Real Decreto 1663/2000 y al Reglamento Electrotécnico de Baja tensión

- MEDIDOR BIDIRECCIONAL:

  La función del medidor es la de registrar la energía excedente generada por el sistema solar fotovoltaico (SSFV), y que no es consumida en determinado momento del periodo diurno. Los kWh inyectados a la red, se toman como un crédito temporal, mismos que se restan del total de su consumo al final del bimestre.

3.7.4 CÁLCULO DE LA ENERGÍA QUE CONSUME LA VIVIENDA

Para este apartado se utilizan los datos de las facturas eléctricas del último año cuyos datos se adjuntan a continuación en la tabla 3.7.4.1:

CONSUMO VIVIENDA MENSUAL Kwh/mes											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
369,8	369,8	476,5	476,5	324,0	324,0	400,5	400,5	349,5	349,5	369,8	369,8

Tabla 3.7.4.1: Consumo KWh mensuales vivienda

3.7.5 CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA SOLAR MEDIA DIARIA

Mediante la herramienta online PVGIS, podemos estimar los valores de irradiación para cada mes, introduciendo unos parámetros de inclinación, situación y de orientación previos:

- ORIENTACIÓN: Utilizaremos un ángulo “α” de orientación = 0º debido a que la orientación es aproximadamente hacia el sur.

- INCLINACIÓN: Se instalarán sobre la cubierta de la vivienda como se indica en el plano 14 El ángulo de inclinación para ello es de 22º

- SITUACIÓN: Latitud = 43.501, Longitud = -8.230.

Imagen 3.7.5.1 localización PVGIS

Imagen 3.7.5.2 introducción datos de cálculo pvgis

Una vez introducidos los valores, el programa generará una tabla de valores con la irradiancia global, irradiancia difusa, irradiancia directa, temperatura global etc., (un ejemplo es la tabla 3.7.5.1) de los cuales, se han tomado la irradiancia global y las temperaturas a lo largo de cada hora y en cada mes para realizar el cálculo posteriormente descrito.

Estimación de la radiación

Hora	G	Gd	Gc	DNI	DNIc	A	Ad	Ac	Td
04:37	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
04:52	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
05:07	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
05:22	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
05:37	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
05:52	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7
06:07	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7
06:22	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7
06:37	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7
06:52	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7
07:07	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7
07:22	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7
07:37	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
07:52	25	25	20	0	0	12	10	10	8.8
08:07	36	36	29	0	0	18	15	14	8.9
08:22	110	59	189	123	312	192	65	414	8.9
08:37	140	71	247	152	383	233	76	501	9.0
08:52	168	82	302	176	444	267	85	575	9.2
09:07	195	91	355	196	494	296	94	636	9.3
09:22	220	99	405	213	537	321	101	687	9.5
09:37	242	107	450	227	573	342	107	730	9.6
09:52	263	113	492	239	603	360	113	766	9.8
10:07	281	118	530	249	629	376	118	797	10.1
10:22	298	123	563	258	651	389	122	822	10.3
10:37	311	127	591	265	669	400	125	843	10.5
10:52	323	130	615	271	684	409	128	860	10.7
11:07	332	133	634	276	696	416	130	874	10.9

Tabla 3.7.5.1 datos de irradiancia media por hora y mes pvgis

G: Irradiancia global sobre un plano fijo (W/m2)

Gd: Irradiancia difusa sobre un plano fijo (W/m2)

Gc: Irradiancia global cielo claro sobre un plano fijo (W/m2) DNI: Irradiancia directa normal (W/m2)

DNIc: Irradiancia directa normal cielo claro (W/m2)

A: Irradiancia global sobre un plano con seguimiento a 2 ejes (W/m2) Ad: Irradiancia difusa sobre un plano con seguimiento a 2 ejes (W/m2)

Ac: Irradiancia global cielo claro sobre un plano con seguimiento a 2 ejes (W/m2)

Td: Perfil de la temperatura media diurna (grados ºC)

3.7.5.1.1. VALORES OBTENIDOS DEL PVGIS:

ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC
7:52	**25**	**8,8**	**7:07**	**14**	**8**	**6:22**	**18**	**9,1**	**5:37**	**12**	**9,6**
8:07	**36**	**8,9**	**7:22**	**29**	**8,1**	**6:37**	**55**	**9,3**	**5:52**	**28**	**9,7**
8:22	**110**	**8,9**	**7:37**	**88**	**8,2**	**6:52**	**94**	**9,5**	**6:07**	**60**	**9,8**
8:37	**140**	**9**	**7:52**	**130**	**8,3**	**7:07**	**142**	**9,7**	**6:22**	**96**	**10**
8:52	**168**	**9,2**	**8:07**	**170**	**8,4**	**7:22**	**187**	**9,9**	**6:37**	**134**	**10,2**
9:07	**195**	**9,3**	**8:22**	**208**	**8,6**	**7:37**	**231**	**10,1**	**6:52**	**173**	**10,5**
9:22	**220**	**9,5**	**8:37**	**246**	**8,8**	**7:52**	**275**	**10,4**	**7:07**	**214**	**10,8**
9:37	**242**	**9,6**	**8:52**	**282**	**9**	**8:07**	**318**	**10,6**	**7:22**	**256**	**11,1**
9:52	**263**	**9,8**	**9:07**	**315**	**9,2**	**8:22**	**358**	**10,9**	**7:37**	**297**	**11,4**
10:07	**281**	**10,1**	**9:22**	**347**	**9,4**	**8:37**	**397**	**11,1**	**7:52**	**338**	**11,7**
10:22	**298**	**10,3**	**9:37**	**376**	**9,7**	**8:52**	**434**	**11,4**	**8:07**	**378**	**12**
10:37	**311**	**10,5**	**9:52**	**402**	**9,9**	**9:07**	**468**	**11,7**	**8:22**	**416**	**12,3**
10:52	**323**	**10,7**	**10:07**	**425**	**10,2**	**9:22**	**499**	**11,9**	**8:37**	**453**	**12,7**
11:07	**332**	**10,9**	**10:22**	**446**	**10,4**	**9:37**	**528**	**12,2**	**8:52**	**488**	**13**
11:22	**339**	**11,1**	**10:37**	**464**	**10,7**	**9:52**	**554**	**12,4**	**9:07**	**520**	**13,2**
11:37	**344**	**11,3**	**10:52**	**479**	**10,9**	**10:07**	**577**	**12,6**	**9:22**	**550**	**13,5**
11:52	**346**	**11,5**	**11:07**	**490**	**11,2**	**10:22**	**597**	**12,8**	**9:37**	**578**	**13,8**
12:07	**346**	**11,6**	**11:22**	**499**	**11,4**	**10:37**	**614**	**13**	**9:52**	**603**	**14**
12:22	**344**	**11,8**	**11:37**	**505**	**11,6**	**10:52**	**628**	**13,2**	**10:07**	**625**	**14,2**
12:37	**339**	**11,9**	**11:52**	**507**	**11,8**	**11:07**	**639**	**13,4**	**10:22**	**644**	**14,4**
12:52	**332**	**12**	**12:07**	**507**	**12**	**11:22**	**647**	**13,6**	**10:37**	**661**	**14,5**
13:07	**323**	**12**	**12:22**	**504**	**12,1**	**11:37**	**652**	**13,7**	**10:52**	**674**	**14,7**
13:22	**312**	**12,1**	**12:37**	**497**	**12,2**	**11:52**	**654**	**13,9**	**11:07**	**685**	**14,8**
13:37	**299**	**12,1**	**12:52**	**488**	**12,3**	**12:07**	**653**	**14**	**11:22**	**692**	**14,9**

13:52	**284**	**12,1**	**13:07**	**476**	**12,3**	**12:22**	**649**	**14,1**	**11:37**	**697**	**15**
14:07	**267**	**12,1**	**13:22**	**461**	**12,4**	**12:37**	**642**	**14,1**	**11:52**	**699**	**15,1**
14:22	**249**	**12**	**13:37**	**443**	**12,4**	**12:52**	**632**	**14,2**	**12:07**	**698**	**15,2**
14:37	**228**	**12**	**13:52**	**423**	**12,4**	**13:07**	**619**	**14,2**	**12:22**	**693**	**15,3**
14:52	**206**	**11,9**	**14:07**	**400**	**12,3**	**13:22**	**604**	**14,3**	**12:37**	**686**	**15,3**
15:07	**183**	**11,8**	**14:22**	**375**	**12,3**	**13:37**	**585**	**14,3**	**12:52**	**677**	**15,3**
15:22	**158**	**11,7**	**14:37**	**348**	**12,2**	**13:52**	**565**	**14,2**	**13:07**	**664**	**15,4**
15:37	**133**	**11,6**	**14:52**	**319**	**12,1**	**14:07**	**541**	**14,2**	**13:22**	**649**	**15,4**
15:52	**107**	**11,4**	**15:07**	**289**	**12**	**14:22**	**515**	**14,1**	**13:37**	**631**	**15,4**
16:07	**82**	**11,3**	**15:22**	**256**	**11,9**	**14:37**	**487**	**14,1**	**13:52**	**610**	**15,3**
16:22	**54**	**11,1**	**15:37**	**223**	**11,7**	**14:52**	**456**	**14**	**14:07**	**587**	**15,3**
			15:52	**189**	**11,5**	**15:07**	**423**	**13,9**	**14:22**	**561**	**15,2**
			16:07	**155**	**11,4**	**15:22**	**389**	**13,8**	**14:37**	**533**	**15,2**
			16:22	**122**	**11,2**	**15:37**	**352**	**13,6**	**14:52**	**503**	**15,1**
			16:37	**90**	**11**	**15:52**	**315**	**13,5**	**15:07**	**471**	**15**
			16:52	**57**	**10,8**	**16:07**	**276**	**13,3**	**15:22**	**438**	**14,8**
			17:07	**34**	**10,6**	**16:22**	**237**	**13,1**	**15:37**	**402**	**14,7**
						16:37	**198**	**13**	**15:52**	**366**	**14,5**
						16:52	**159**	**12,8**	**16:07**	**328**	**14,4**
						17:07	**122**	**12,6**	**16:22**	**290**	**14,2**
						17:22	**87**	**12,4**	**16:37**	**252**	**14**
						17:37	**52**	**12,2**	**16:52**	**214**	**13,8**
						17:52	**37**	**12**	**17:07**	**177**	**13,7**
									17:22	**141**	**13,5**
									17:37	**108**	**13,3**
									17:52	**78**	**13,1**

									18:07	**60**	**12,9**
									18:22	**44**	**12,7**
									18:37	**28**	**12,7**

Tabla 3.7.5.1.1 valores PVGIS para los meses de enero, febrero, marzo, abril

MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC
5:07	**17**	**11,8**	**4:52**	**20**	**14,4**	**4:52**	**13**	**16,1**	**5:37**	**24**	**16,5**
5:22	**34**	**11,8**	**5:07**	**34**	**14,5**	**5:07**	**28**	**16,1**	**5:52**	**49**	**16,6**
5:37	**58**	**11,9**	**5:22**	**53**	**14,5**	**5:22**	**42**	**16,2**	**6:07**	**83**	**16,8**
5:52	**85**	**12**	**5:37**	**78**	**14,6**	**5:37**	**70**	**16,2**	**6:22**	**119**	**16,9**
6:07	**116**	**12,1**	**5:52**	**107**	**14,7**	**5:52**	**100**	**16,3**	**6:37**	**159**	**17,1**
6:22	**150**	**12,3**	**6:07**	**139**	**14,9**	**6:07**	**134**	**16,5**	**6:52**	**202**	**17,4**
6:37	**186**	**12,5**	**6:22**	**173**	**15**	**6:22**	**171**	**16,6**	**7:07**	**247**	**17,6**
6:52	**224**	**12,8**	**6:37**	**210**	**15,2**	**6:37**	**210**	**16,8**	**7:22**	**292**	**17,9**
7:07	**262**	**13**	**6:52**	**248**	**15,5**	**6:52**	**250**	**17**	**7:37**	**338**	**18,2**
7:22	**301**	**13,3**	**7:07**	**286**	**15,7**	**7:07**	**291**	**17,3**	**7:52**	**383**	**18,5**
7:37	**339**	**13,6**	**7:22**	**325**	**16**	**7:22**	**332**	**17,5**	**8:07**	**427**	**18,8**
7:52	**377**	**13,9**	**7:37**	**364**	**16,2**	**7:37**	**373**	**17,7**	**8:22**	**470**	**19**
8:07	**414**	**14,2**	**7:52**	**402**	**16,5**	**7:52**	**413**	**18**	**8:37**	**512**	**19,3**
8:22	**449**	**14,5**	**8:07**	**439**	**16,7**	**8:07**	**453**	**18,3**	**8:52**	**551**	**19,6**
8:37	**483**	**14,8**	**8:22**	**475**	**17**	**8:22**	**491**	**18,5**	**9:07**	**588**	**19,8**
8:52	**515**	**15,1**	**8:37**	**509**	**17,2**	**8:37**	**527**	**18,8**	**9:22**	**623**	**20**
9:07	**545**	**15,3**	**8:52**	**542**	**17,5**	**8:52**	**561**	**19**	**9:37**	**655**	**20,2**
9:22	**573**	**15,5**	**9:07**	**572**	**17,7**	**9:07**	**593**	**19,2**	**9:52**	**684**	**20,4**
9:37	**599**	**15,8**	**9:22**	**601**	**17,9**	**9:22**	**623**	**19,4**	**10:07**	**709**	**20,6**

9:52	622	15,9	9:37	627	18,1	9:37	651	19,6	10:22	732	20,7
10:07	642	16,1	9:52	650	18,2	9:52	675	19,8	10:37	751	20,8
10:22	660	16,3	10:07	672	18,3	10:07	697	19,9	10:52	767	20,9
10:37	676	16,4	10:22	690	18,5	10:22	717	20,1	11:07	780	21
10:52	688	16,5	10:37	706	18,6	10:37	733	20,2	11:22	789	21,1
11:07	698	16,6	10:52	719	18,7	10:52	747	20,3	11:37	794	21,2
11:22	705	16,7	11:07	729	18,8	11:07	757	20,4	11:52	796	21,3
11:37	710	16,8	11:22	736	18,8	11:22	765	20,5	12:07	795	21,3
11:52	711	16,9	11:37	740	18,9	11:37	769	20,6	12:22	790	21,3
12:07	710	16,9	11:52	742	19	11:52	771	20,6	12:37	782	21,4
12:22	706	17	12:07	741	19	12:07	769	20,7	12:52	770	21,4
12:37	700	17	12:22	737	19	12:22	765	20,7	13:07	755	21,4
12:52	690	17	12:37	730	19,1	12:37	758	20,8	13:22	737	21,4
13:07	679	17	12:52	720	19,1	12:52	748	20,8	13:37	716	21,4
13:22	664	17	13:07	708	19,1	13:07	735	20,8	13:52	692	21,4
13:37	647	17	13:22	693	19,1	13:22	719	20,8	14:07	665	21,4
13:52	628	16,9	13:37	676	19,1	13:37	700	20,8	14:22	635	21,3
14:07	607	16,9	13:52	656	19	13:52	679	20,8	14:37	603	21,3
14:22	583	16,8	14:07	633	19	14:07	656	20,7	14:52	568	21,2
14:37	557	16,8	14:22	609	19	14:22	630	20,7	15:07	531	21,1
14:52	529	16,7	14:37	582	18,9	14:37	601	20,7	15:22	492	21
15:07	499	16,6	14:52	553	18,9	14:52	571	20,6	15:37	452	20,9
15:22	468	16,5	15:07	523	18,8	15:07	539	20,5	15:52	411	20,7
15:37	435	16,4	15:22	491	18,7	15:22	504	20,4	16:07	368	20,6
15:52	401	16,3	15:37	457	18,6	15:37	469	20,4	16:22	325	20,4
16:07	366	16,2	15:52	422	18,5	15:52	432	20,3	16:37	283	20,3

16:22	330	16,1	16:07	386	18,4	16:07	394	20,1	16:52	240	20,1
16:37	294	15,9	16:22	350	18,3	16:22	355	20	17:07	199	19,9
16:52	258	15,8	16:37	313	18,2	16:37	316	19,9	17:22	160	19,8
17:07	223	15,6	16:52	276	18	16:52	277	19,8	17:37	123	19,6
17:22	188	15,5	17:07	240	17,9	17:07	239	19,6	17:52	90	19,4
17:37	155	15,3	17:22	205	17,8	17:22	201	19,5	18:07	62	19,3
17:52	124	15,1	17:37	171	17,6	17:37	165	19,3	18:22	53	19,1
18:07	95	15	17:52	139	17,5	17:52	131	19,1	18:37	39	19,1
18:22	79	14,8	18:07	109	17,3	18:07	100	19	18:52	24	19,1
18:37	65	14,8	18:22	82	17,1	18:22	72	18,8			
18:52	49	14,8	18:37	75	17,1	18:37	69	18,8			
19:07	33	14,8	18:52	62	17,1	18:52	56	18,8			
			19:07	48	17,1	19:07	42	18,8			
			19:22	34	17.1	19:22	28	18.8			

Tabla 3.7.5.1.2 valores PVGIS para los meses de mayo, junio, julio, agosto

SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC	Hora	G(W/m2)	TEMPERATURA ºC
6:07	10	15,8	6:52	16	14	7:37	20	11	7:52	18	8,9
6:22	24	16	7:07	31	14,2	7:52	33	11,1	8:07	29	9
6:37	71	16,2	7:22	96	14,4	8:07	101	11,2	8:22	102	9
6:52	111	16,4	7:37	137	14,6	8:22	135	11,4	8:37	140	9,1
7:07	156	16,7	7:52	179	14,8	8:37	168	11,5	8:52	172	9,3
7:22	203	17	8:07	221	15,1	8:52	200	11,7	9:07	201	9,4
7:37	253	17,3	8:22	262	15,3	9:07	230	11,8	9:22	227	9,6
7:52	302	17,6	8:37	302	15,6	9:22	259	12	9:37	252	9,8

8:07	352	17,9	8:52	340	15,9	9:37	285	12,2	9:52	274	10
8:22	401	18,2	9:07	375	16,1	9:52	308	12,4	10:07	294	10,3
8:37	448	18,5	9:22	408	16,3	10:07	330	12,6	10:22	311	10,5
8:52	493	18,8	9:37	438	16,6	10:22	348	12,7	10:37	326	10,8
9:07	536	19,1	9:52	466	16,8	10:37	364	12,9	10:52	338	11
9:22	576	19,3	10:07	491	17	10:52	378	13,1	11:07	348	11,3
9:37	613	19,5	10:22	512	17,2	11:07	389	13,3	11:22	355	11,5
9:52	647	19,8	10:37	531	17,4	11:22	397	13,5	11:37	360	11,7
10:07	678	19,9	10:52	546	17,5	11:37	402	13,6	11:52	362	11,9
10:22	704	20,1	11:07	559	17,7	11:52	405	13,7	12:07	362	12,1
10:37	727	20,3	11:22	568	17,8	12:07	404	13,9	12:22	359	12,2
10:52	747	20,4	11:37	573	18	12:22	402	14	12:37	354	12,3
11:07	762	20,6	11:52	576	18,1	12:37	396	14	12:52	347	12,4
11:22	773	20,7	12:07	575	18,1	12:52	388	14,1	13:07	337	12,5
11:37	780	20,8	12:22	572	18,2	13:07	378	14,1	13:22	325	12,5
11:52	783	20,9	12:37	565	18,3	13:22	365	14,2	13:37	311	12,6
12:07	781	20,9	12:52	555	18,3	13:37	350	14,2	13:52	295	12,6
12:22	776	21	13:07	541	18,3	13:52	332	14,1	14:07	276	12,5
12:37	767	21	13:22	525	18,3	14:07	312	14,1	14:22	256	12,5
12:52	754	21,1	13:37	506	18,3	14:22	291	14	14:37	234	12,4
13:07	737	21,1	13:52	485	18,3	14:37	267	14	14:52	210	12,3
13:22	716	21,1	14:07	460	18,2	14:52	242	13,9	15:07	185	12,2
13:37	692	21,1	14:22	434	18,1	15:07	215	13,8	15:22	158	12,1
13:52	664	21,1	14:37	405	18	15:22	187	13,6	15:37	131	12
14:07	633	21	14:52	373	17,9	15:37	158	13,5	15:52	103	11,8
14:22	599	21	15:07	340	17,8	15:52	129	13,3	16:07	71	11,6

14:37	**562**	**20,9**	**15:22**	**306**	**17,7**	**16:07**	**100**	**13,1**	**16:22**	**29**	**11,5**
14:52	**522**	**20,8**	**15:37**	**270**	**17,5**						
15:07	**481**	**20,7**	**15:52**	**233**	**17,3**						
15:22	**437**	**20,5**	**16:07**	**196**	**17,1**						
15:37	**392**	**20,4**	**16:22**	**160**	**16,9**						
15:52	**347**	**20,2**	**16:37**	**124**	**16,7**						
16:07	**301**	**20**	**16:52**	**91**	**16,5**						
16:22	**255**	**19,9**	**17:07**	**60**	**16,4**						
16:37	**210**	**19,7**	**17:22**	**34**	**16,2**						
16:52	**167**	**19,5**									
17:07	**127**	**19,3**									
17:22	**91**	**19,1**									
17:37	**60**	**18,9**									
17:52	**38**	**18,7**									

Tabla 3.7.5.1.3 valores PVGIS para los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre

A partir de las tablas anteriores para cada mes cogemos tres intervalos uno central de 4 horas desde las 9:52 hasta las 13:52 y los otros dos con el resto de las horas desde las 9:52 hacia abajo como desde las 13:52 hacia arriba, esto se cumple para todos los meses del año.

A partir de aquí se halla la radiación global media de cada intervalo así como la temperatura ambiente media de cada intervalo.

Como ejemplo cogemos el mes de junio:

Intervalo 1 G = 310,2 W/m2 ; t =15,99 Cº periodo 5 horas

Intervalo 2 G = 708,53 W/m2 ; t =18,94 Cº periodo 4 horas

Intervalo 3 G = 307,27 W/m2 ; t =18,09 Cº periodo 5,5 horas

3.7.6 Panel fotovoltaico.

Predefinimos el módulo fotovoltaico seleccionado para establecer las características estándar y características TONC necesarias para los cálculos posteriores y la elección del inversor.

Imagen 3.7.6.1. Módulo policristalino modelo A-P305 GSE

Para los cálculos elegimos un módulo poli cristalino en concreto el modelo A-P305 GSE con las siguientes características:

Características eléctricas (STC: 1 kW/m2, 25 ºC±2 ºC y AM 1,5)*	
Potencia nominal (±5%)	305W
Eficiencia del módulo	15,68%
Corriente punto de máxima potencia (Imp)	8,24 A
Tensión punto de máxima potencia (Vmp)	37,06 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8,8 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	45,40 V
Parámetros térmicos	
Coeficiente de temperatura de Isc (α)	0,07 %/ºC
Coeficiente de temperatura de Voc (β)	-0,30 %/ºC
Coeficiente de temperatura de P (γ)	-0,38 %/ºC
Características técnicas	
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1955x995x50
Peso (kg)	23,5
Área (m2)	1,945
Tipo de célula	policristalina 156x156 mm
Células en serie	72 (6x12)

* Especificaciones eléctricas medidas en condiciones TONC: 46 ± 2 ºC

Tabla 3.7.6.1. – Especificaciones técnicas módulo A-P305 GSE

Aplicando la siguiente formula calculamos la potencia que nos da el modulo para el mes de junio:

$$PM = PM * \times \left(\frac{G}{G*}\right) \times (1 + yc \times (Tc - Tc^*)) \times (1 + mvt \times \ln\frac{G}{G*}) \quad (3.7.6.1)$$

La temperatura de la célula la obtenemos de las condiciones TONC

El cálculo para el primer intervalo seria:

$$Tcelula = \left(\frac{(46-20)}{800} x310{,}2\right) + 15{,}99 = 26{,}07ºC$$

Para el intervalo 2 y 3 serían respectivamente: 41,87 y 28,07

γ_c =0,0038

m =1,3

v_t =0,025x (15,99+273)/300 =0,0241 para el primer intervalo

Para el intervalo 2 y 3 serían respectivamente: 0,0243 y 0,0243

Con esto calculamos la potencia por modulo para cada intervalo:

$$Pm = 305x\left(\frac{310{,}2}{1000}\right)x\big(1 + 0{,}0038(26{,}07 - 25)\big)x(1 + 1{,}3x0{,}0241\ Ln\left(\frac{310{,}2}{1000}\right) = 90{,}65\ w$$

Energía intervalo:

90,65 x 5 = 453,26 W.h

Para el intervalo 2 y 3 serían respectivamente: 799,5 y 489,82 W.h

De aquí sacamos la energía en KW.h/mes para cada módulo para este mes 52,27 KW.h/mes

Como hemos decidido instalar 12 módulos tenemos un total de 628,03 KW.h/mes Para el mes de junio.

De esta forma se procede a calcular el resto de los meses, lo que se muestra en la siguiente tabla 3.7.6.2.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Intervalo para G1	155,44	200,4545455	286	293,5882353	301,4210526	310,2
Intervalo para G2	322,06	471,5294118	618,2941176	664	678,5882353	708,5294118
Intervalo para G3	166,70	219,7692308	290,375	293,7368421	301,8095238	307,2727273
Ta º intervalo 1	9,22	8,70	10,56	11,49	13,48	15,99
Ta º intervalo 2	11,38	11,54	13,65	14,95	16,71	18,84
Ta º intervalo 2	11,69	11,62	13,29	14,11	15,84	18,09
tiempo h intervalo 1	2	3	3,5	4,25	4,75	5
tiempo h intervalo 2	4	4	4	4	4	4
tiempo h intervalo 3	2,5	3,25	4	4,75	5,25	5,5
Vt intervalo 1	0,0239	0,0240	0,0244	0,0245	0,0247	0,0249
Vt intervalo 2	0,0246	0,0250	0,0256	0,0258	0,0260	0,0262
Vt intervalo 3	0,0242	0,0243	0,0246	0,0247	0,0249	0,0251
Tcelula inter 1	14,2742	15,2148	19,8521	21,0299	23,2804	26,0715
Tcelula inter 2	21,8420	26,8659	33,7416	36,5329	38,7600	41,8684
Tcelula inter 3	17,1078	18,7579	22,7247	23,6570	25,6517	28,0721
PM 1	46,4844	60,2299	85,4044	87,3469	88,9723	90,6523
PM 2	95,8103	139,3094	179,4026	190,9856	193,5787	199,8723
PM 3	49,4197	65,3333	85,7912	86,5017	88,2650	89,0592
PM 1 * t1	92,9688	180,6898	298,9156	371,2243	422,6185	453,2614
PM 2 * t2	383,2412	557,2377	717,6104	763,9426	774,3149	799,4892
PM 2 * t3	123,5492	212,3334	343,1648	410,8831	463,3911	489,8258
PM panel día Wh/día	599,7592	950,2608	1359,6908	1546,0500	1660,3245	1742,5764
Días	31	28	31	30	31	30
PM panel KWh/ mes	18,5925	26,6073	42,1504	46,3815	51,4701	52,2773
Nº Paneles	12	12	12	12	12	12
PM total KWh/ mes	223,1104	319,2876	505,8050	556,5780	617,6407	627,3275
consumo vivienda	369,8	369,8	476,5	476,5	324,0	324,0
diferencia	-146,6396	-50,4624	29,3050	80,0780	293,6407	303,3275

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Intervalo para G1	316,3	336,5882353	303,2666667	233,75	159	142,625	
Intervalo para G2	735,5294118	755,2352941	734,5882353	538	372,7058824	332,8235294	
Intervalo para G3	311,2272727	316,15	326,375	249	211,2222222	165,3	
Ta º intervalo 1	17,56	18,25	17,62	10,34	11,54	9,26	
Ta º intervalo 2	20,51	21,12	20,70	13,67	13,55	11,66	
Ta º intervalo 2	19,80	20,28	20,04	15,30	13,70	12,09	
tiempo h intervalo 1	5	4,25	3,75	2,75	2,25	2	
tiempo h intervalo 2	4	4	4	4	4	4	
tiempo h intervalo 3	5,5	5	4	3,5	2,25	2,5	
Vt intervalo 1	0,0251	0,0252	0,0250	0,0242	0,0241	0,0239	
Vt intervalo 2	0,0265	0,0266	0,0265	0,0253	0,0249	0,0246	
Vt intervalo 3	0,0252	0,0253	0,0253	0,0247	0,0245	0,0242	
Tcelula inter 1	27,8348	29,1862	27,4762	17,9413	16,7119	13,8978	
Tcelula inter 2	44,4106	45,6628	44,5741	31,1538	25,6659	22,4756	
Tcelula inter 3	29,9149	30,5549	30,6447	23,3925	20,5647	17,4623	
PM 1	91,8523	97,4251	88,0674	69,8523	47,1354	42,5916	
PM 2	205,5946	210,2032	205,1835	156,9796	109,7668	98,8759	
PM 3	89,5834	90,8159	93,8213	72,9979	62,2693	48,9232	
PM 1 * t1	459,2614	414,0566	330,2526	192,0939	106,0546	85,1833	
PM 2 * t2	822,3786	840,8128	820,7342	627,9185	439,0671	395,5036	
PM 2 * t3	492,7088	454,0796	375,2853	255,4927	140,1058	122,3081	
PM panel día Wh/día	1774,3488	1708,9490	1526,2721	1075,5050	685,2275	602,9949	
Días	31	31	30	31	30	31	
PM panel KWh/ mes	55,0048	52,9774	45,7882	33,3407	20,5568	18,6928	
Nº Paneles	12	12	12	12	12	12	
PM total KWh/ mes	660,0578	635,7290	549,4580	400,0879	246,6819	224,3141	5566,0779
consumo vivienda	400,5	400,5	349,5	349,5	369,8	369,8	4580,0
diferencia	259,5578	235,2290	199,9580	50,5879	-123,0681	-145,4359	986,0779

3.7.7 Dimensionado de los inversores

El inversor solar que vamos a utilizar es el PIKO 3.6 de la imagen 3.7.7.1. Son inversores String de gran potencia sin transformador. Transforman la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna simétrica monofásica.

Gracias a su tecnología, el inversor PIKO 3.6 combina la estabilidad y la larga vida útil de los inversores centrales con la flexibilidad y el alto coeficiente de rendimiento de los inversores String sin transformador.

Para monitorizar la red, los inversores monofásicos PIKO 3.6 utilizan el método de desfase moderno y sin interferencias.

Imagen 3.7.7.1 inversor PIKO 3.6

Tiene un rango de tensiones en la parte de continua que va de 180 -950 v lo cual nos vale para la colocación de nuestros módulos en serie puesto que estamos dentro del rango

$$12 \times 45.4 = 544{,}8 \text{ v}$$

La potencia máxima son 3800 w un valor que cumple nuestras condiciones

305 x 12 = 3660 W < 3800 W

Este tipo de inversor nos permite tener unas perdidas menores en el cableado pues como máximo van circular por la instalación de continua 8,8 A

DATOS TÉCNICOS

LINEA DE ENTRADA (CC)	
Tensión de entradas de CC / Número de seguidores de MPPT	2/2
Potencia máx. recomendada de CC	3800W
Tensión máx. de entrada (tensión en circuito abierto)	950V
Tensión de entrada mínima	180V
Tensión de entrada en el arranque	180V
Tensión nominal de entrada	680V
Tensión MPP máx. a potencia nominal de CC del inversor	850V
Tensión MPP mín. Umppmin, a P.nom. de CC del inversor, en funcionamiento simétrico Multistring o con dos seguidores o en paralelo	340V
Tensión MPP mín. Umppmin, a P.nom.l de CC del inversor, en funcionamiento con un seguidor	440V
Rango de tensión MPP inferior ampliado, a potencia parcial del inversor	180V... Umpp min
Porcentaje de pot. máx. de CC a transmitir en el rango de tensión MPP ampliado	aprox. 70%
Corriente de entrada máx. entrada MPP	9A
Corriente de entrada máx. en conexión en paralelo	13A

Imagen 3.7.7.2 Datos técnicos inversor PIKO 3.6 línea de entrada cc

LINEA DE SALIDA (CA)	
Número de fases de inyección	1
Tensión de red	1/N/PE, AC, 230V
Ucamax. Límite superior de desconexión de tensión	253V (ES)
Ucamin. Límite inferior de desconexión de tensión	195,5V (ES)
Corriente de salida máx.	15,7A
Potencia nominal CA	3300W
Potencia máx. CA	3600W
Coeficiente de rendimiento máx.	94,9%
Coeficiente de rend. Europeo	94%
Frecuencia nominal	50Hz
Frecuencia de red min., fmin, límite de desconexión	49Hz (ES)
Frecuencia de red max., fmax, límite de desconexión	51Hz (ES)
Potencia perdida por la noche	< 1 W
Clase de protección	I
Topología	Sin transformador
Factor de potencia reactiva nominal Cos phi	1

Imagen 3.7.7.3 Datos técnicos inversor PIKO 3.6 línea salida CA

3.7.8 CABLEADO

Según el pliego de condiciones de la IDAE, el cableado ha de cumplir las siguientes condiciones:

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

- Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

- El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Se dividirá la instalación en 3 tramos diferenciados:

- Tramo del cableado de los módulos hasta las protecciones. (corriente continua (C.C))
- Tramo desde las protecciones hasta el inversor (C.C)
- Tramo desde el inversor hasta la conexión a red y C.G.P (corriente alterna (C.A.))

3.7.8.1 Tramos de corriente continúa:

Para la elección de los conductores aplicaremos los criterios de caída de tensión y de intensidad máxima admisible.

3.7.8.1.1 Caída de tensión:

Partiendo de los datos de longitud del cable, corriente de cortocircuito, conductividad del cobre a la temperatura máxima, tensión c.c y una caída de tensión máxima en este tramo del 1,5%.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$S = \frac{2\ x\ L\ x\ Icc}{\Delta U\ x\ C} \qquad (3.7.8.1.1.1)$$

Dónde:

- S= sección del conductor
- L= longitud del conductor
- Icc= Intensidad de cortocircuito suministrada por la placa de características de los paneles fotovoltaicos = 8,8 A
- ΔU= caída de tensión máxima permitida (1,5%). En este tramo existirá una tensión igual a la tensión de punto de máxima potencia de cada panel Vmpp= 45,4v. multiplicándola por el número de paneles tenemos una Vmpp= 544,8v.
- C= conductividad del material empleado, cobre en el caso que ocupa esta instalación, con lo cual C= 56 m/$\Omega.mm^2$

$$S = \frac{2\ x\ 30\ x\ 8{,}8}{(0.015\ x\ 544{,}8)\ x\ 56} = \mathbf{1{,}15\ mm^2}$$

El conductor normativo siguiente sería de 1,5 mm²

En nuestro caso se utilizara la sección de 4 mm² que es lo máximo para las conexiones de los módulos

3.7.8.1.2 Intensidad máxima admisible

Se calcula la intensidad de diseño de la instalación en cuestión, que es igual al 125% de la corriente de cortocircuito Isc. Una vez hecho esto se elige los factores de corrección.

Se considera que los cables van agrupados en envolvente a 70ºC, por lo que se acude a la tabla B.52.17 HD 60634-5-52 para el factor K1 (que será igual a 1 al ser un solo circuito) y a la tabla A.4 EN-50618 en donde se cogerá un factor K2 de 0,92 para 70ºC. El factor K por el que se divide la corriente de diseño

Será el producto de ambos.

Con la intensidad resultado de aplicar esos factores, que es de, se acude a la tabla A.3 de la EN-50618, y se elige un cable que pueda soportar dicha intensidad.

Isc= 8,8 x 1.25 x 0.92 = 10,12 A. La sección de 4 mm^2 cumpliría holgadamente

3.7.8.2 Conductor seleccionado

Para los tramos de corriente continua se utilizará un cable de la marca TOPCABLE modelo TOPSOLAR tipo PV ZZ-F baja tensión CA: 0,6/1kV-CC:1,8kV, de cobre, fabricado especialmente para instalaciones fotovoltaicas, con doble aislamiento, libre de halógenos y con una gran resistencia a la intemperie, que están especialmente concebidos para este tipo de proyectos conductores de tipo 0,6/1kV de cobre con aislamiento en PVC. El tipo de instalación será de conductores aislados en tubos o canales en montaje superficial o empotrado en obra según la definición del REBT en la norma ITC-BT-19.

La sección final instalada es de **4 mm²**

3.7.9 Tramo de corriente alterna

Es el tramo desde el inversor hasta la conexión a red. Aplicaremos los mismos criterios en condiciones de corriente alterna.

3.7.9.1 caída de tensión:

Partiendo de los datos de longitud del cable, corriente de cortocircuito, conductividad del cobre a la temperatura máxima, tensión c.c y una caída de tensión máxima en este tramo del 2%.

La fórmula utilizada es la proporcionada por la Guía de Baja Tensión – Anexo 2:

$$S = \frac{2\ x\ \rho\ x\ P\ x\ L}{\Delta U\ x\ U} \qquad (3.7.9.1.1)$$

Dónde:

- S= sección del conductor
- L= longitud del conductor
- P= potencia máxima a la salida del inversor (3.6 kWp)
- ρ= resistividad del conductor a la temperatura de servicio prevista (0,021 para el cobre a 70ºC)
- ΔU= caída de tensión máxima permitida (2%). En este tramo tenemos la tensión de red = 230 v.
- C= tensión de línea = 230 v

$$S = \frac{2\ x\ 0.021\ x\ 3600\ x20}{(0.02\ x\ 230)\ x\ 230} = \mathbf{2.86\ mm^2}$$

El conductor siguiente normativo es de 4 mm²

Aunque instalaremos un cable 16 mm² de sección para disminuir las perdidas

3.7.9.2 Intensidad máxima admisible

La corriente máxima a la salida del inversor la da el proveedor en la ficha de características, que, en el caso de la instalación objeto, es de 15,7 A.

Aplicando los criterios del REBT en la norma ITC-BT-19, el diámetro mínimo a emplear será de **4 mm²** pero se coge de **16 mm2**

3.7.9.3 Conductor seleccionado

Para los tramos de corriente alterna se emplearán cables conductores de cobre con doble capa de aislante en PVC y tensión nominal de aislamiento 0,6/1 kV. Serán de la marca TOPCABLE tipo POWERFLEX RV-K. Los cables RV-K 0,6/1kV son los indicados para el transporte y distribución de energía eléctrica en baja tensión. El tipo de instalación será de conductores aislados en tubos o canales en montaje superficial o empotrado en obra según la definición del REBT en la norma ITC-BT-19.

La sección final instalada es de **16 mm²**

3.7.10 PROTECCIONES

Según el CTE sección HE 5, la instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del Suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. En particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible. Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

La instalación debe permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento.

La instalación de protecciones realizadas es la siguiente:

- TRAMO DE CORRIENTE CONTINUA:

  El tramo desde las placas solares hasta la entrada del inversor, estará protegido contra sobre intensidades mediante fusibles que provoquen la apertura del circuito en caso de producirse una corriente superior a la admisible por los equipos conductores de la instalación.

Además, se instalará una protección contra sobretensiones de clase II. Las protecciones de Clase II se destinan a la protección de las redes de alimentación fotovoltaica contra las sobretensiones transitorias debidas a descargas atmosféricas indirectas que se producen a una determinada distancia de la instalación fotovoltaica e inducen una sobretensión.

Se instalará un cuadro STC1 cuyas características se enumeran a continuación:
Cuadro protección series fotovoltaicas sin monitorización, hasta 1 entrada + con bases portafusibles y fusibles para continua de 16A y 1 entrada - con protección de fusible.

Salida con seccionador hasta 900Vdc y 25A (1000Vdc de aislamiento), sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de doble aislamiento con tapa transparente, 380x380x225mm (máximo), IP55. Entradas con prensaestopas M16 para entrada de cable de strings, de M20 para la salidas de tierra y del seccionador. Con protector contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar. Completo, montado y cableado. Según normas IEC.

- SALIDA DEL INVERSOR:
  Se instalará un interruptor automático de 16 A con curva tipo C para la protección contra sobreintensidades. Se dispondrá también de una protección contra contactos indirectos, en concreto, un interruptor diferencial de 25 A 30mA de sensibilidad.

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ANEXO VIII ESTUDIO ECONOMICO Y DE LA RENTABILIDAD DE LAS PROPUESTAS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.8 **ESTUDIO ECONOMICO Y DE LA RENTABILIDAD DE LAS PROPUESTAS**

De partida el presupuesto que necesitamos para la ejecución de las obras asciende a la cantidad de 139.353 €. Lo que supone una inversión importante,

La cual requiere un periodo de amortización que podría estar entre 10 y 15 años.

Este mismo año a fecha 17 de junio de 2017 en el boletín oficial del estado se publicaron una serie de subvenciones para este tipo de proyectos que para la comunidad autónoma de Galicia pueden llegar al 80%

El real decreto es:

Real Decreto 616/2017, de 16 de junio, por el que se regula la concesión directa de subvenciones a proyectos singulares de entidades locales que favorezcan el paso a una economía baja en carbono en el marco del Programa operativo FEDER de crecimiento sostenible 2014-2020.

Con lo que si la subvención es del 80% la cantidad subvencionada tendría el valor

111.482,4 €

Si analizamos esto la cantidad a invertir seria de 27.870,6 €

Lo que hace este proyecto muy viable.

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

PLANOS

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

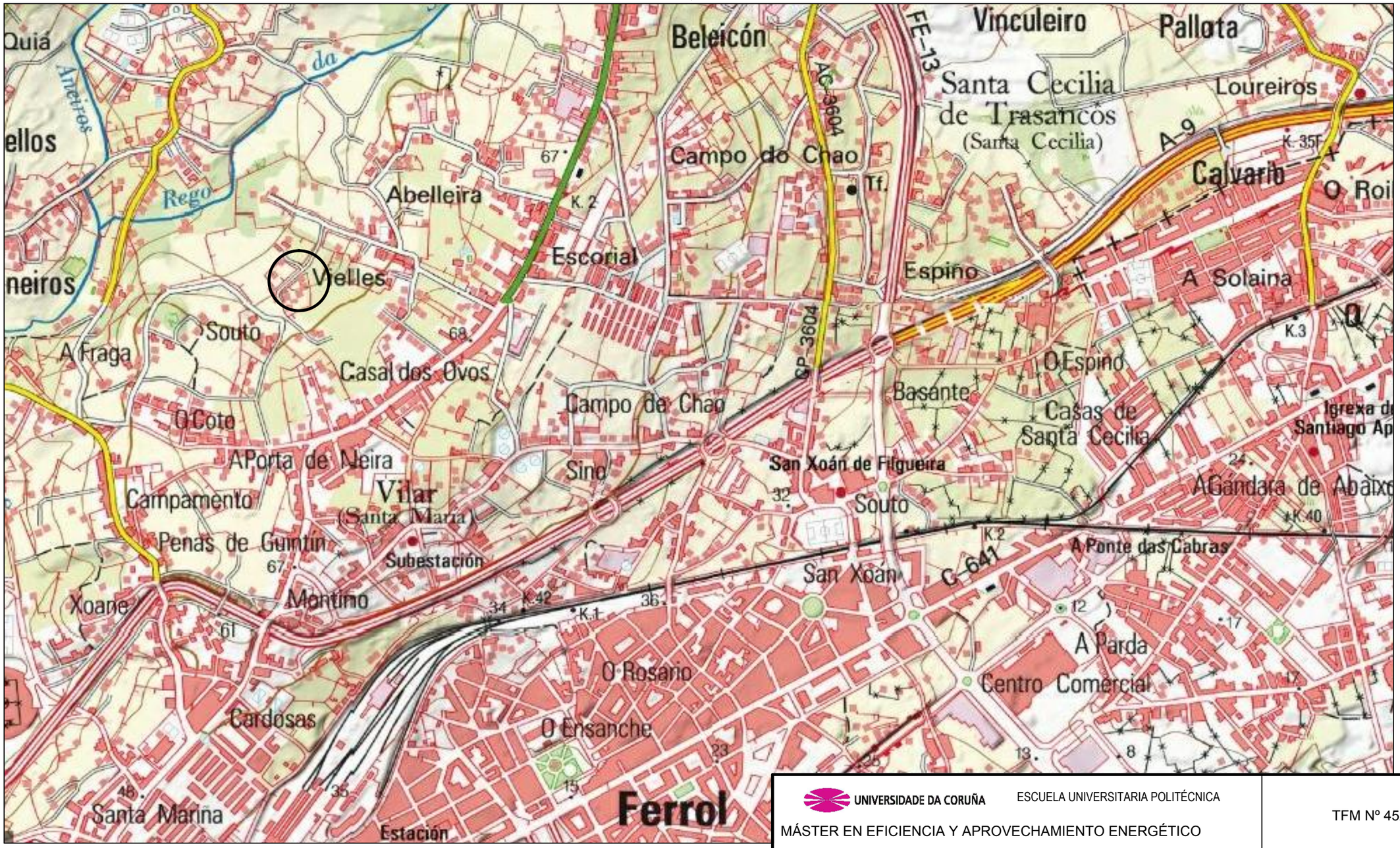
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero



REFERENCIA CATASTRAL : 2368401NJ6126N0001WW

Lugar: 43°30'1" Norte, 8°13'48" Oeste,Elevación: 44 m.s.n.m

UNIVERSIDADE DA CORUÑA — ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO :

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

SITUACION

FECHA: SEPT-2017

ESCALA: 1:10000

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 01

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO :

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

EMPLAZAMIENTO EN PARCELA IMAGEN SATELITE

FECHA: SEPT-2017

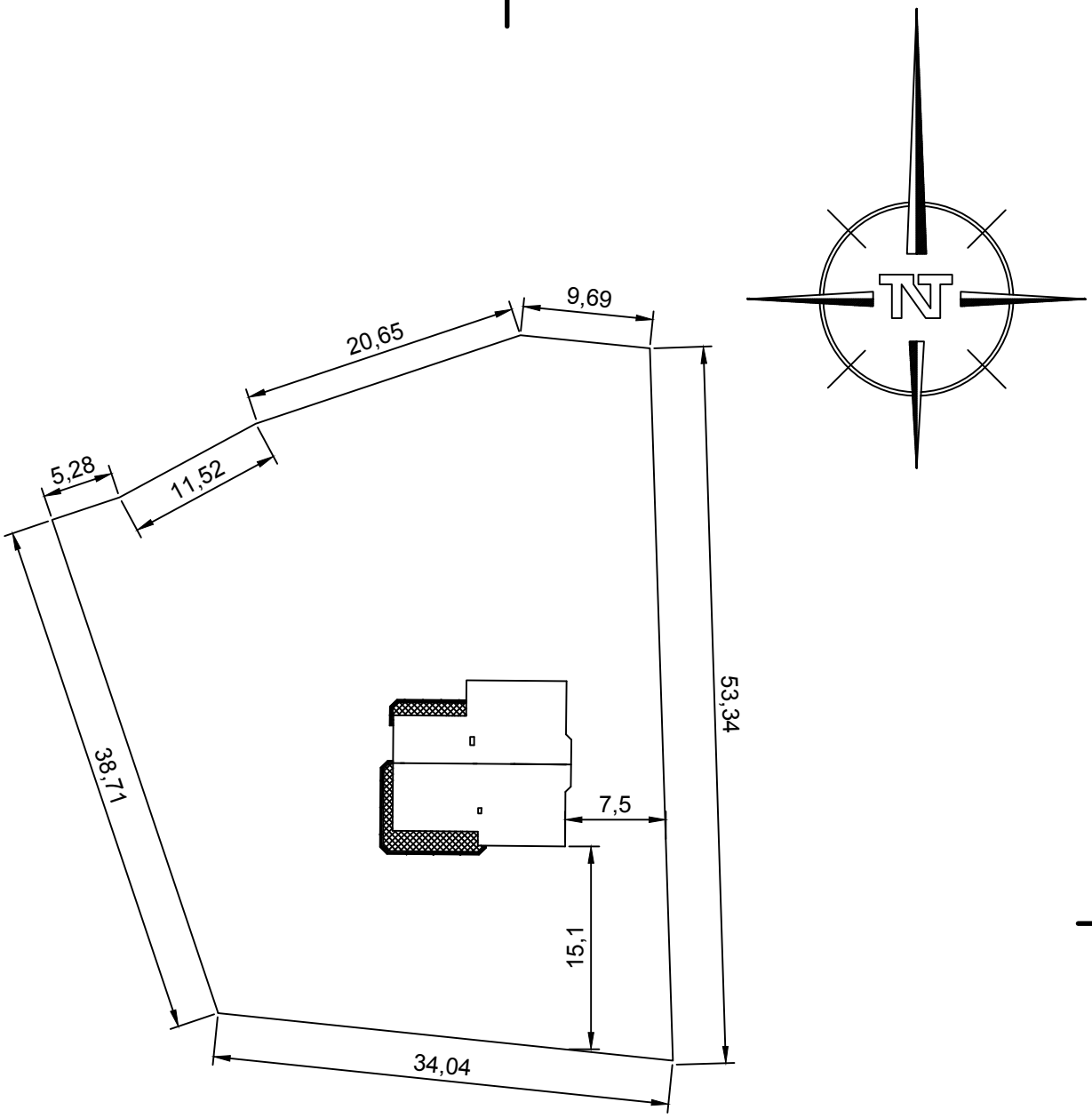
ESCALA: 1:500

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 02



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO :

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

EMPLAZAMIENTO EN PARCELA

FECHA: SEPT-2017

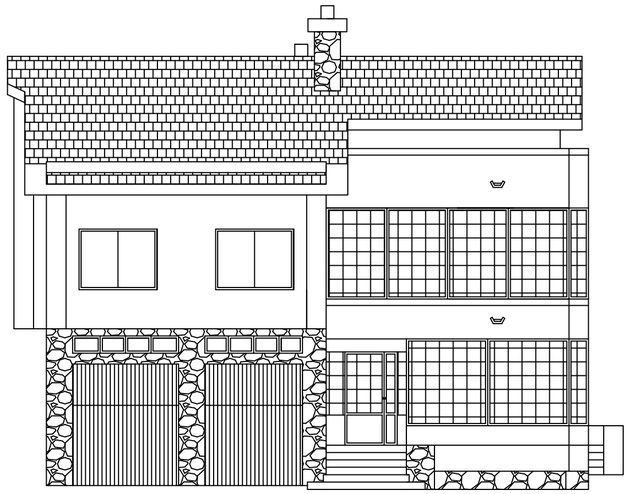
ESCALA: 1:500

AUTOR:

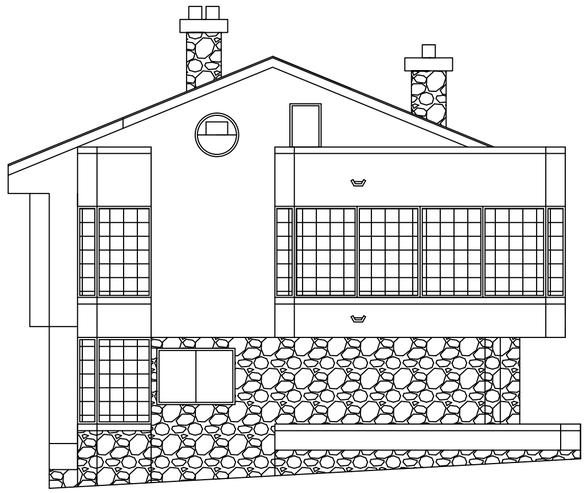
CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

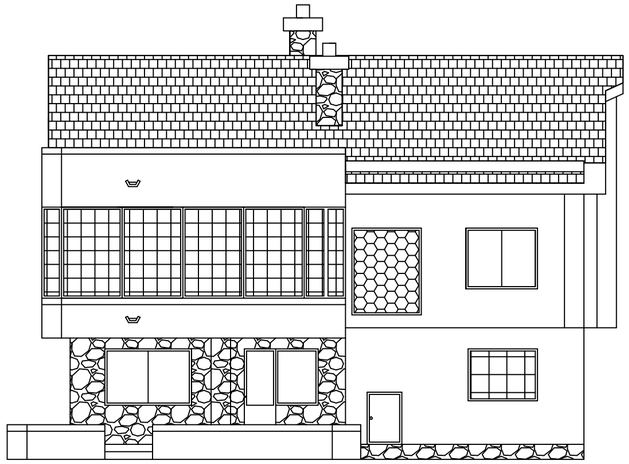
PLANO Nº: 03



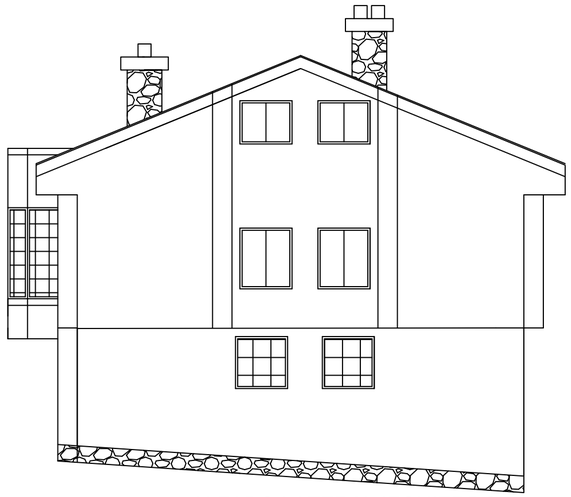
ALZADO ANTERIOR



ALZADO LATERALDERECHO

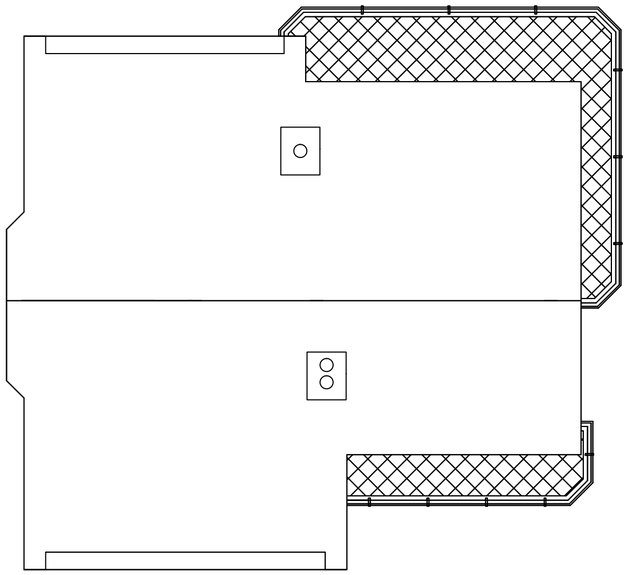


ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

ALZADO LATERAL DERECHO

ALZADO ANTERIOR

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

ALZADOS

FECHA: SEPT-2017

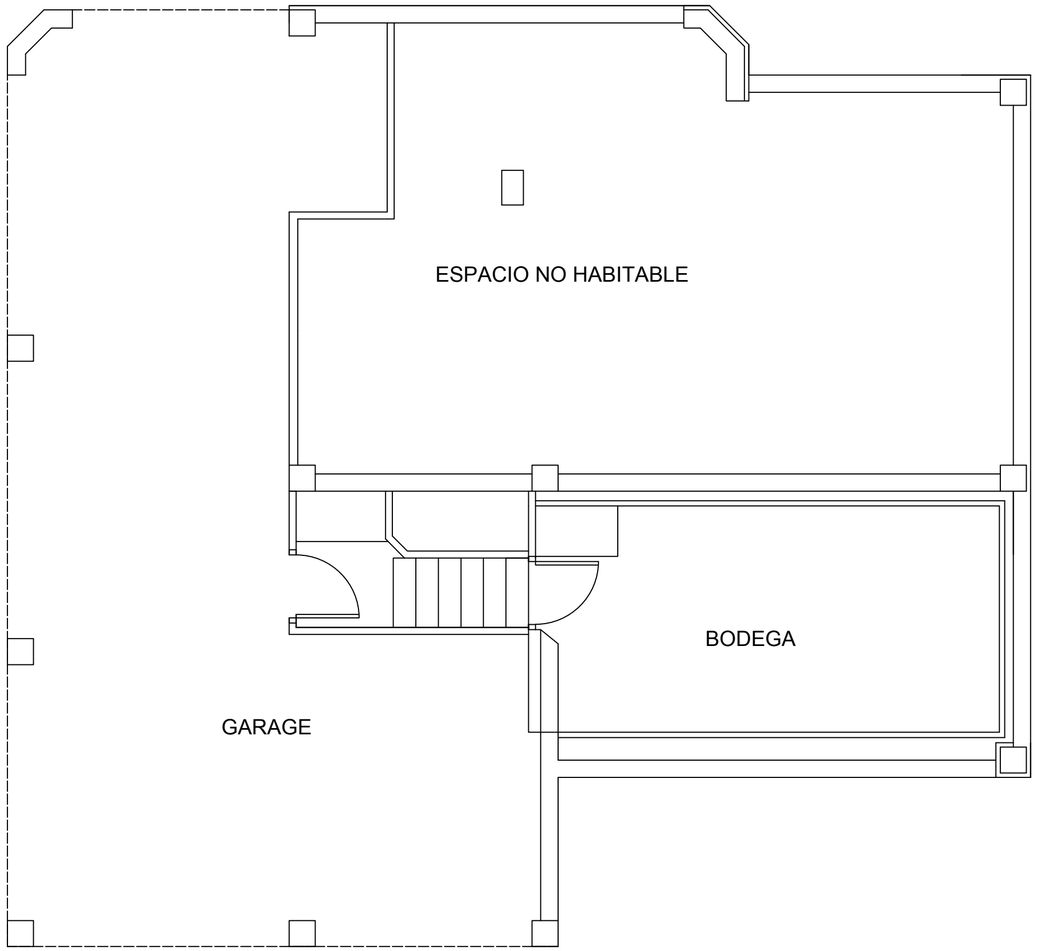
ESCALA: 1:100

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 04



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA BODEGA

FECHA: SEPT-2017

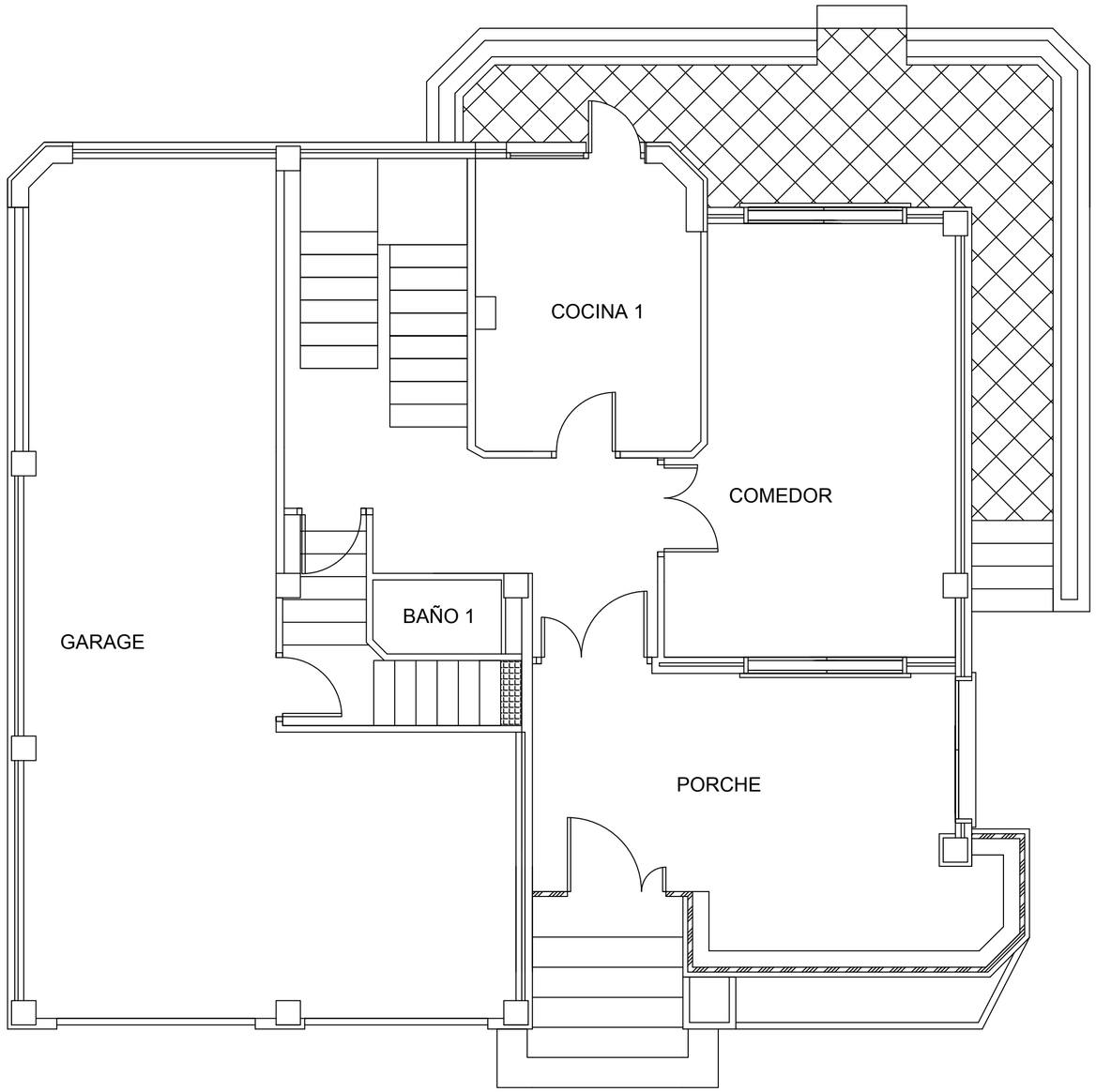
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 05



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA BAJA

FECHA: SEPT-2017

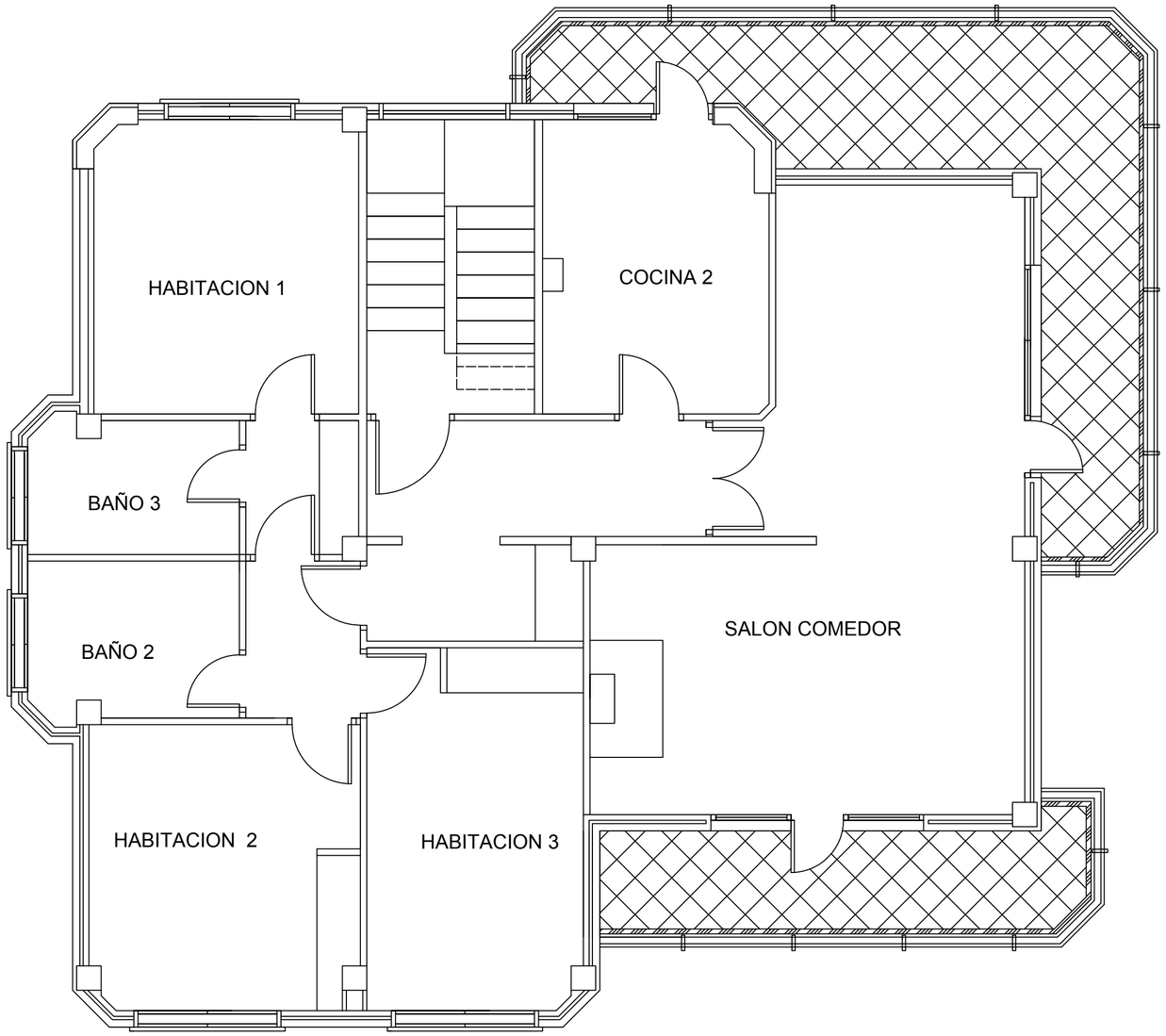
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 06



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

PRIMERA PLANTA

FECHA: SEPT-2017

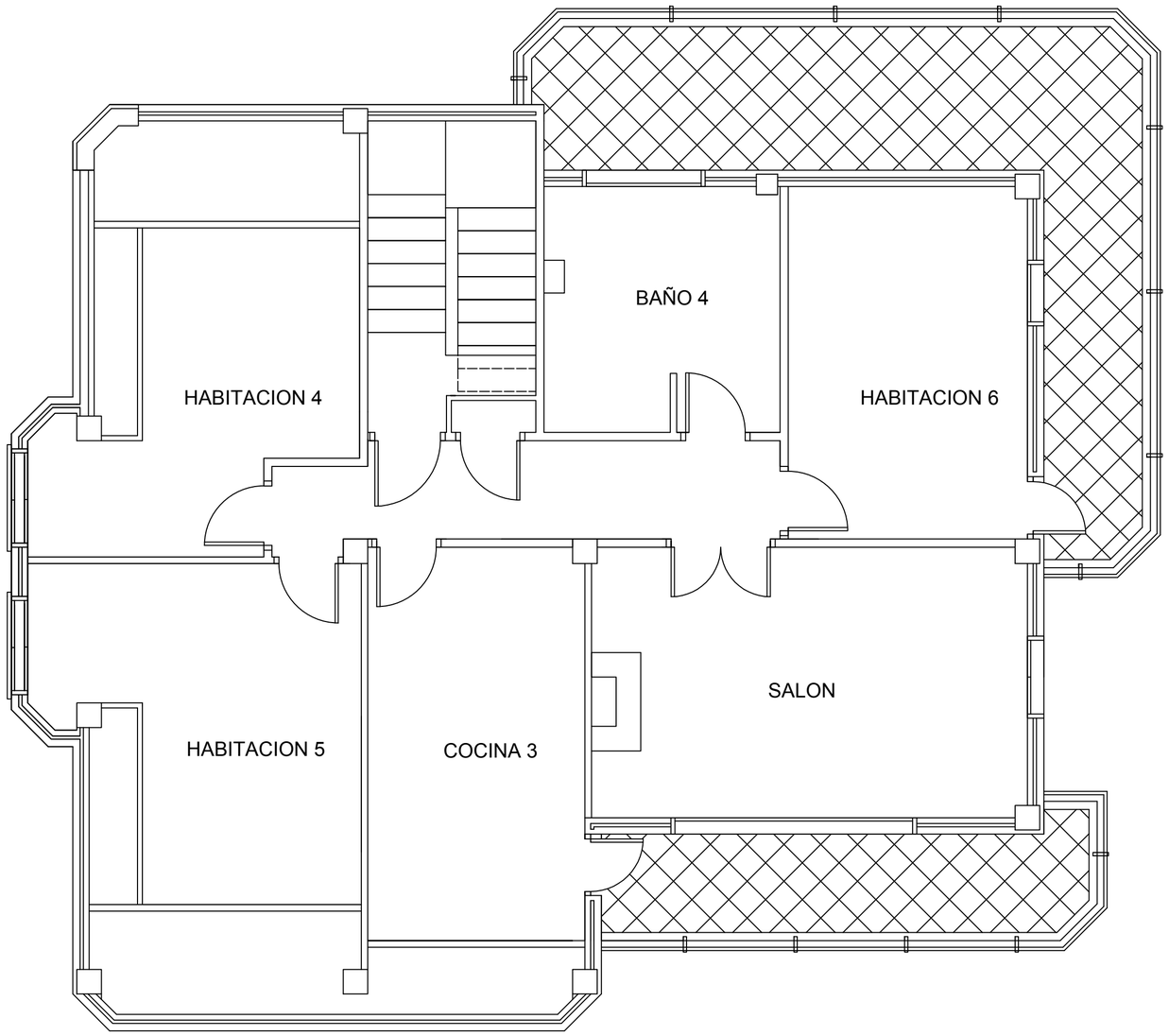
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 07



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

BAJO CUBIERTA

FECHA: SEPT-2017

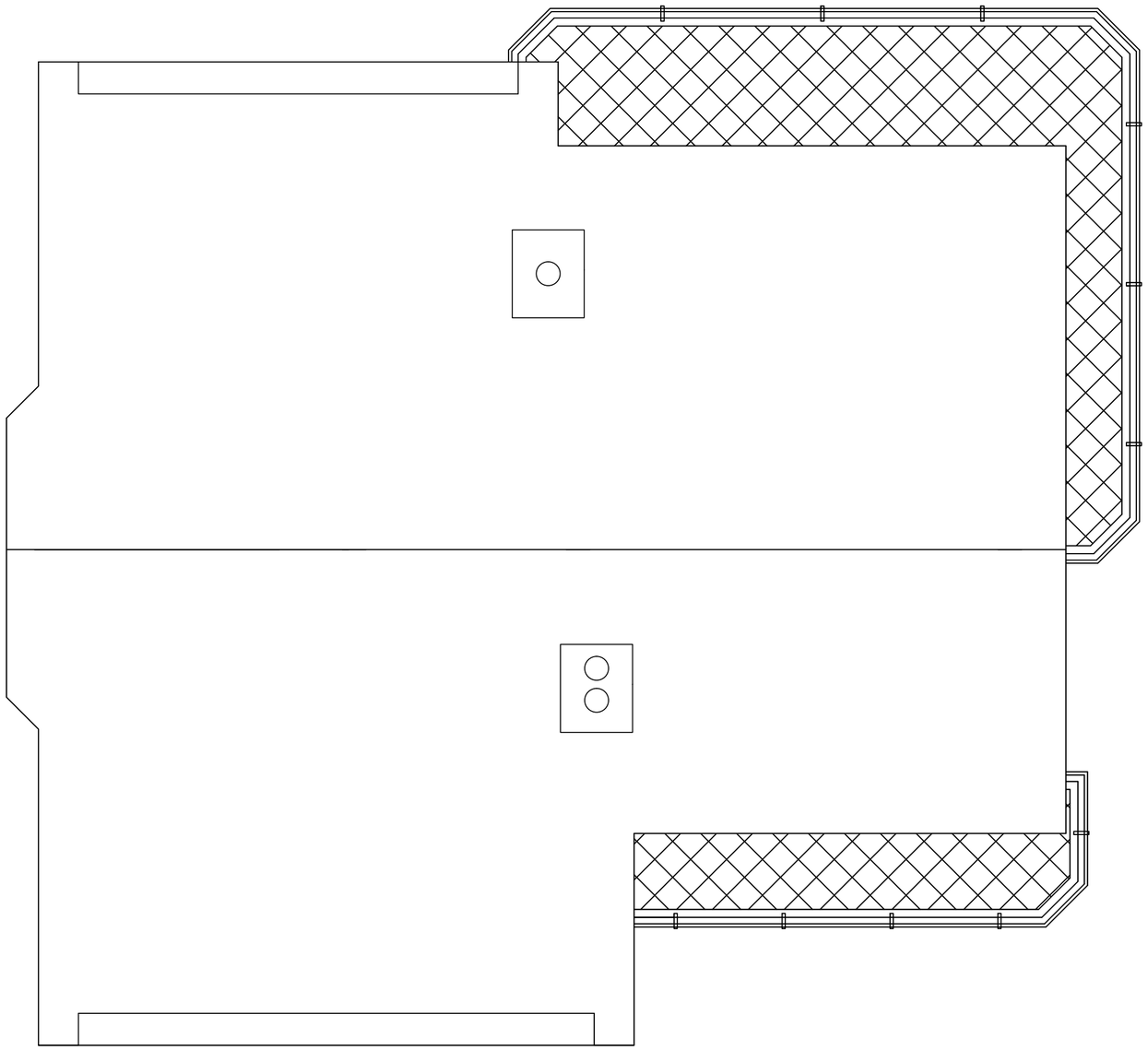
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 08



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

PLANO CUBIERTA

FECHA: SEPT-2017

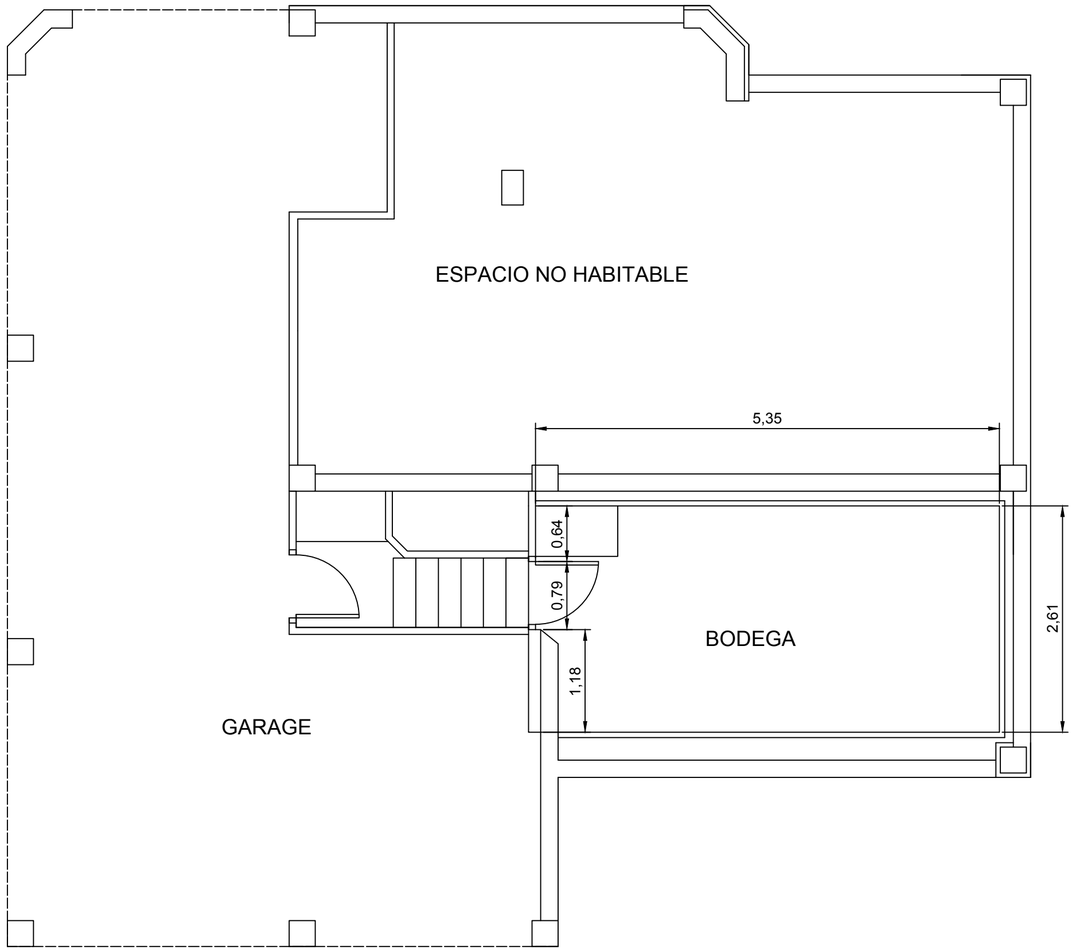
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 09



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

COTAS PLANTA BODEGA

FECHA: SEPT-2017

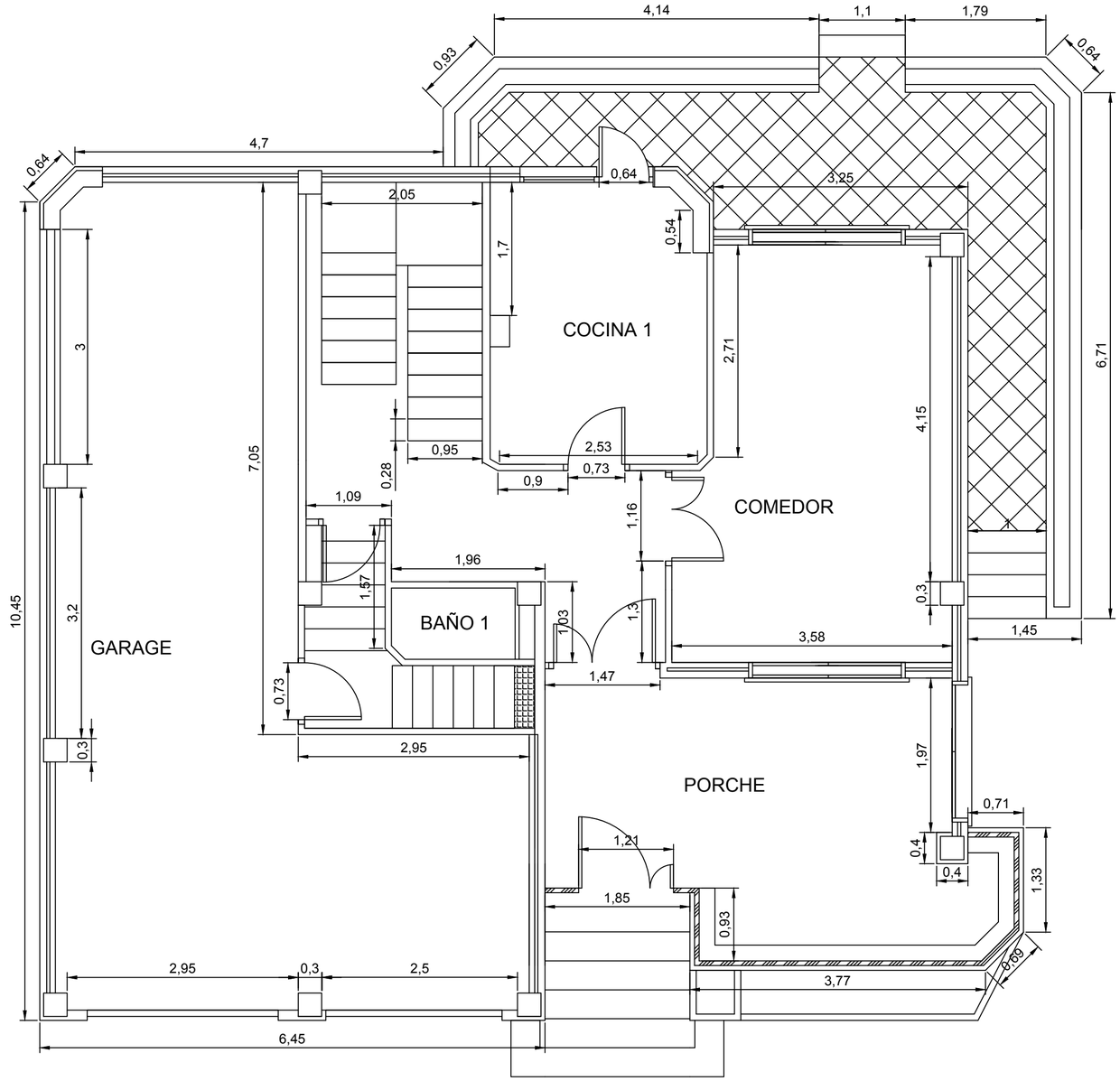
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 10



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

COTAS PLANTA BAJA

FECHA: SEPT-2017

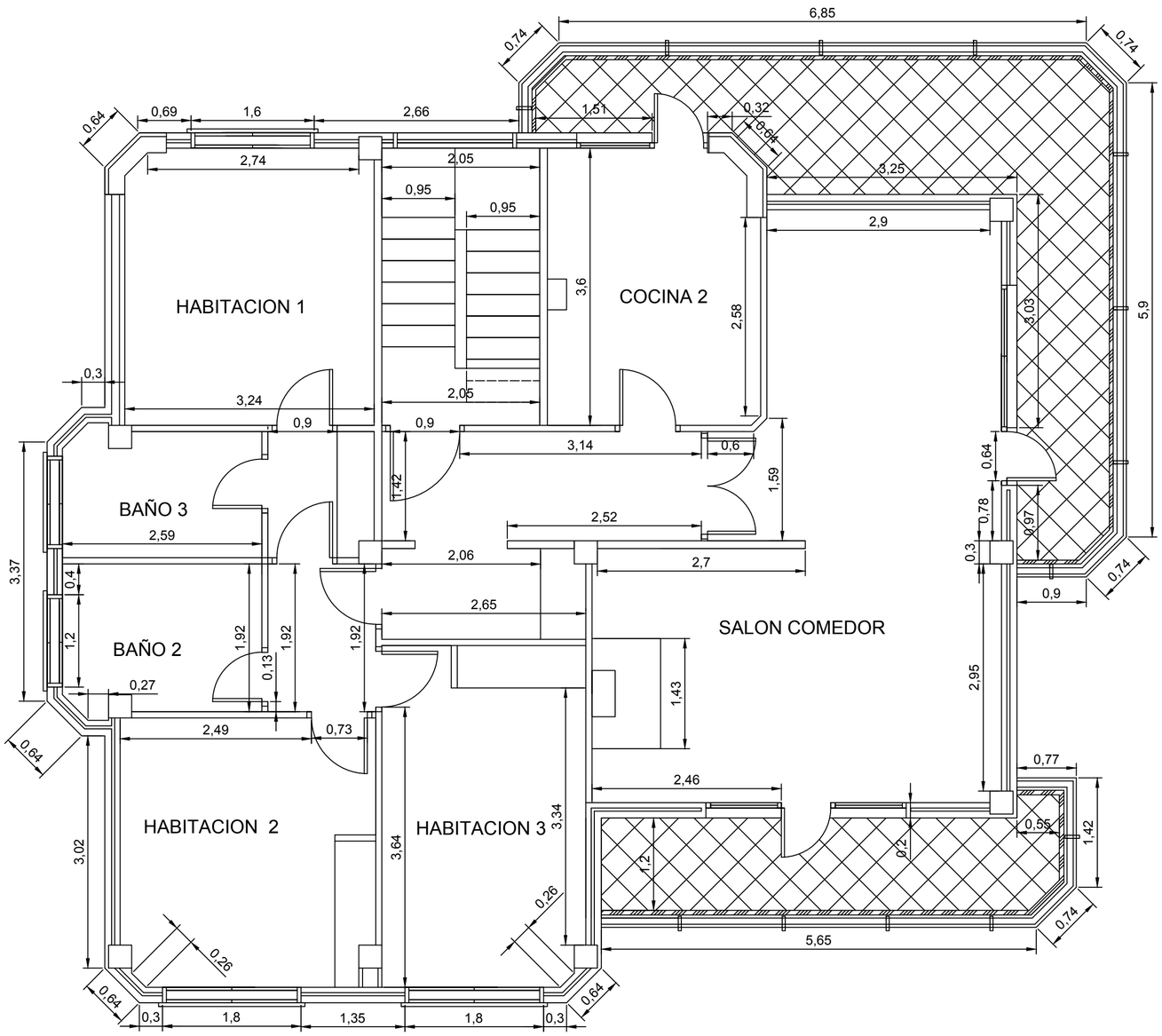
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 11



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

COTAS PRIMERA PLANTA

FECHA: SEPT-2017

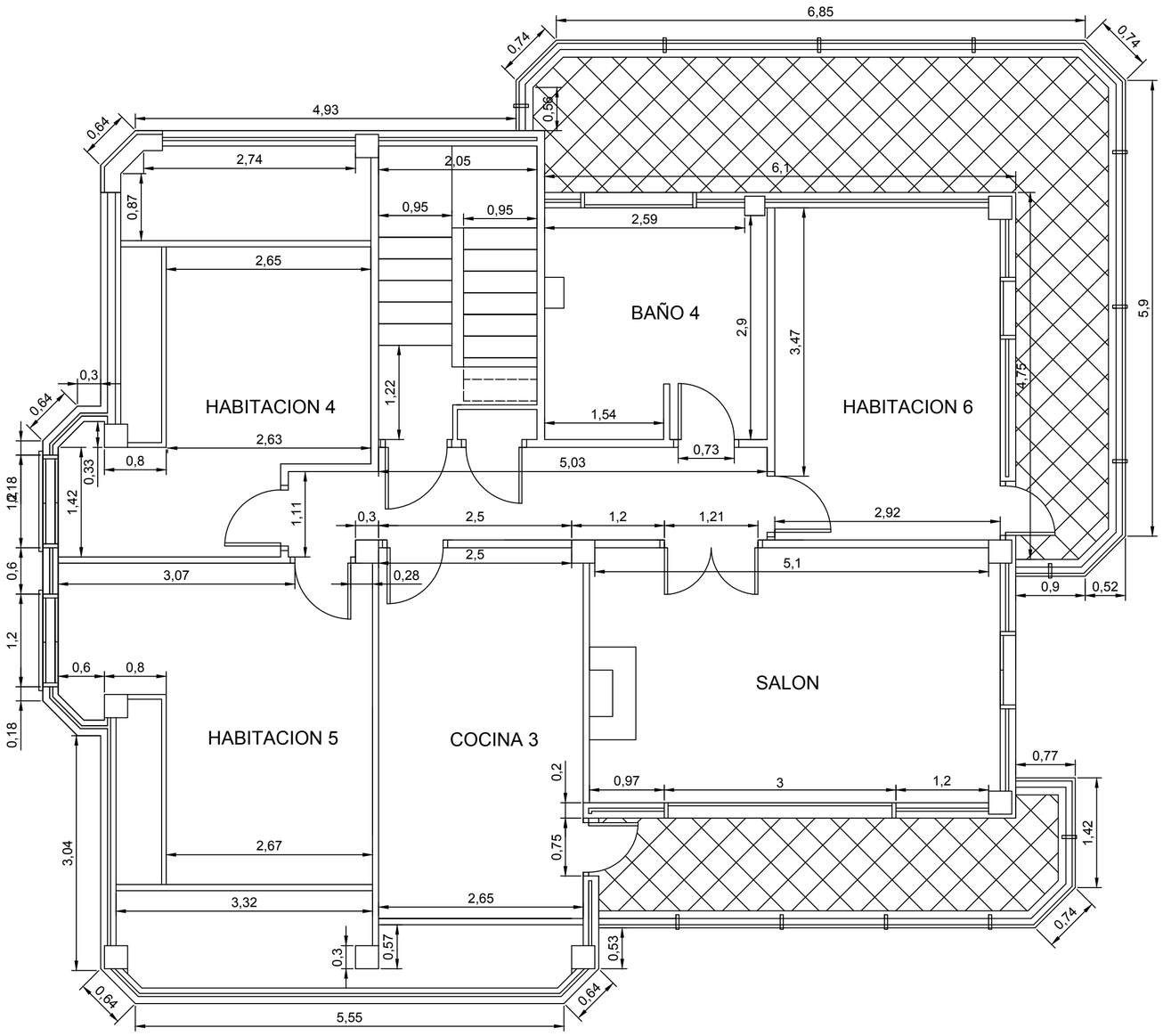
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 12



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

COTAS BAJO CUBIERTA

FECHA: SEPT-2017

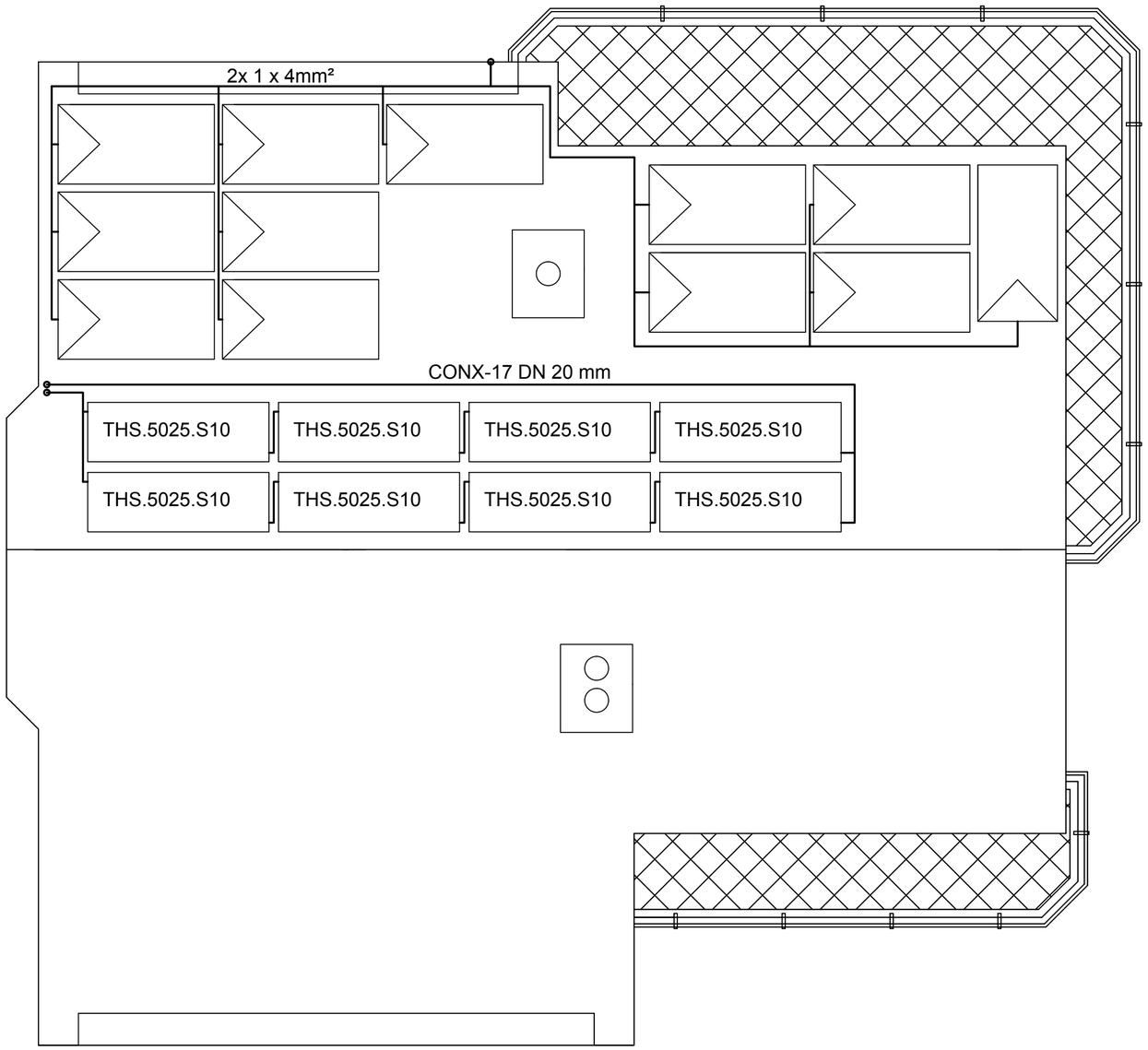
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 13



	MODULO FOTOVOLTAICA
THS.5025.S10	COLECTOR SOLAR TÉRMICA THERMOSLATE
	CABLEADO ELÉCTRICO

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

COLOCACION CUBIERTA PANELES TERMICA Y FOTOVOLTAICA

FECHA: SEPT-2017

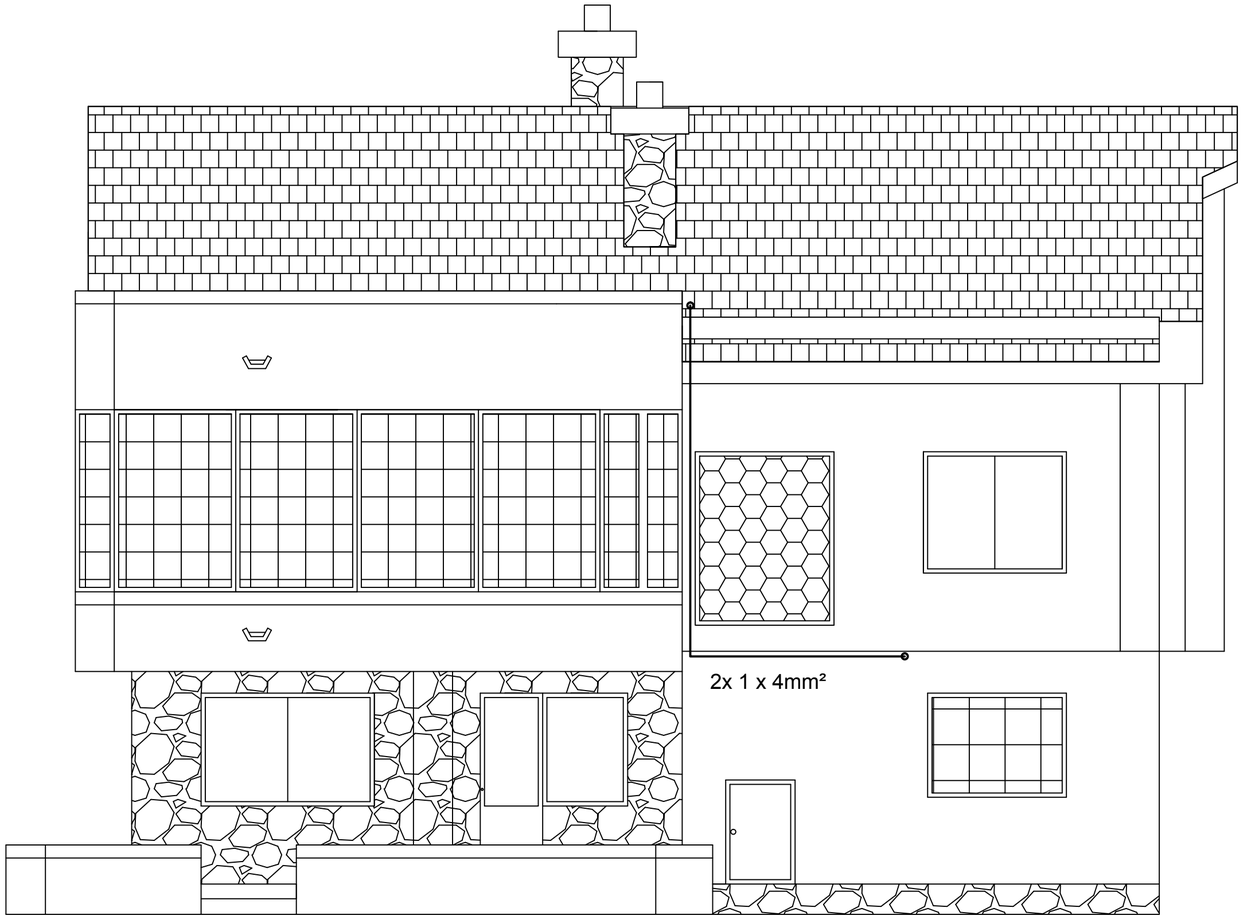
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 14



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

COLOCACION CABLEADO POR FACHADA

FECHA: SEPT-2017

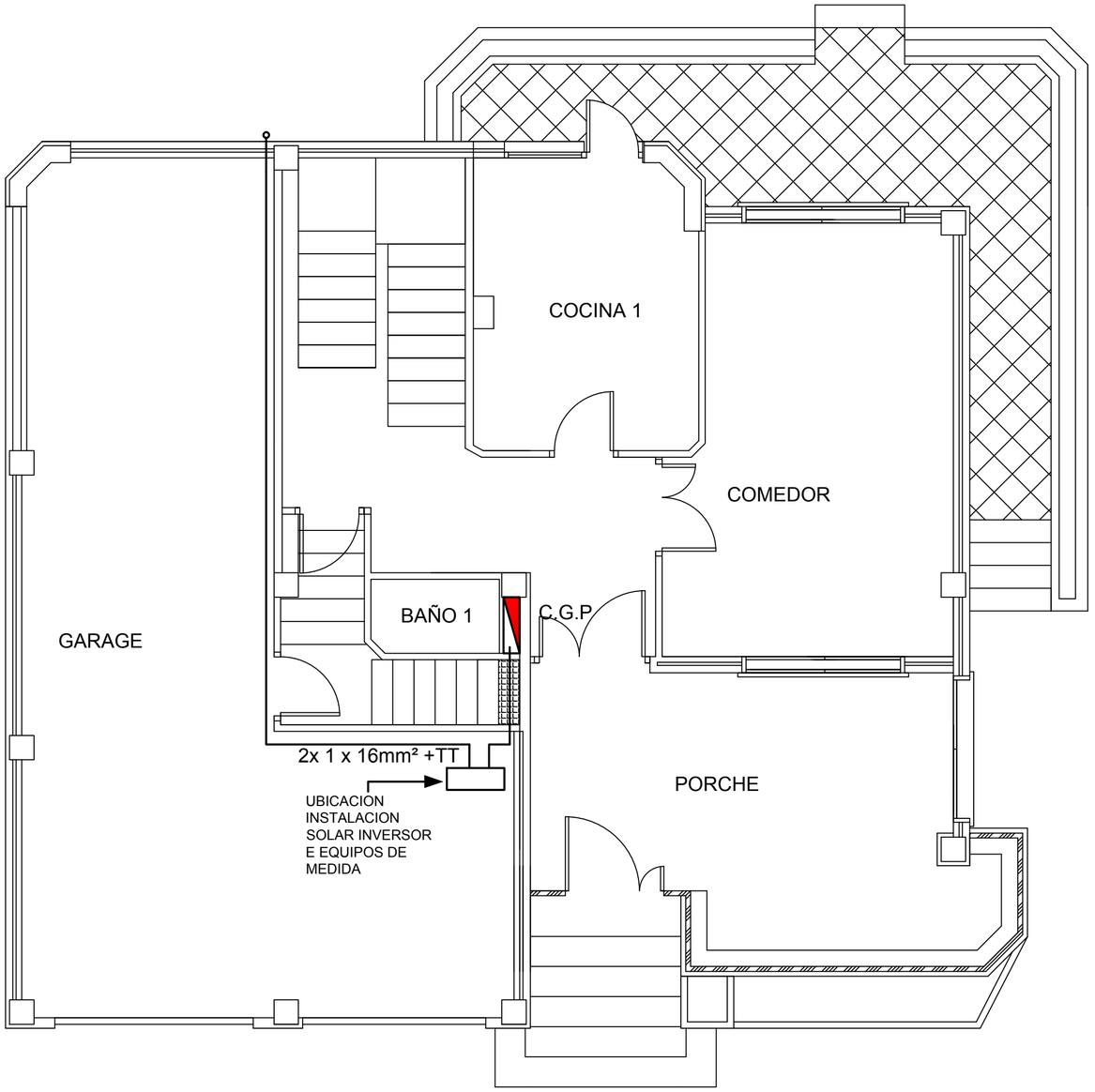
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 15



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

UBICACIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DENTRO DE LA VIVIENDA

FECHA: SEPT-2017

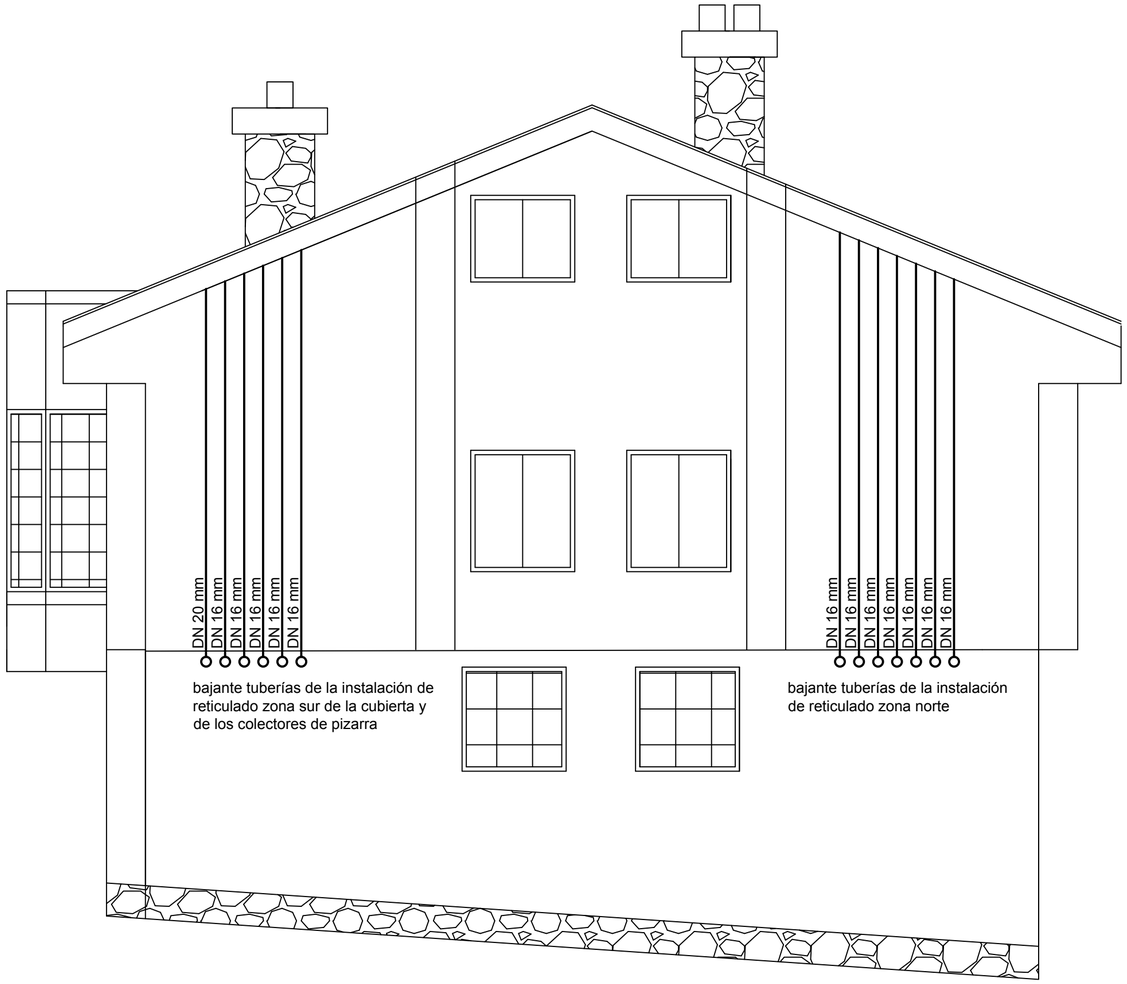
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 16



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

BAJADA DE TUBERIAS POR FACHADA SOLAR TERMICA

FECHA: SEPT-2017

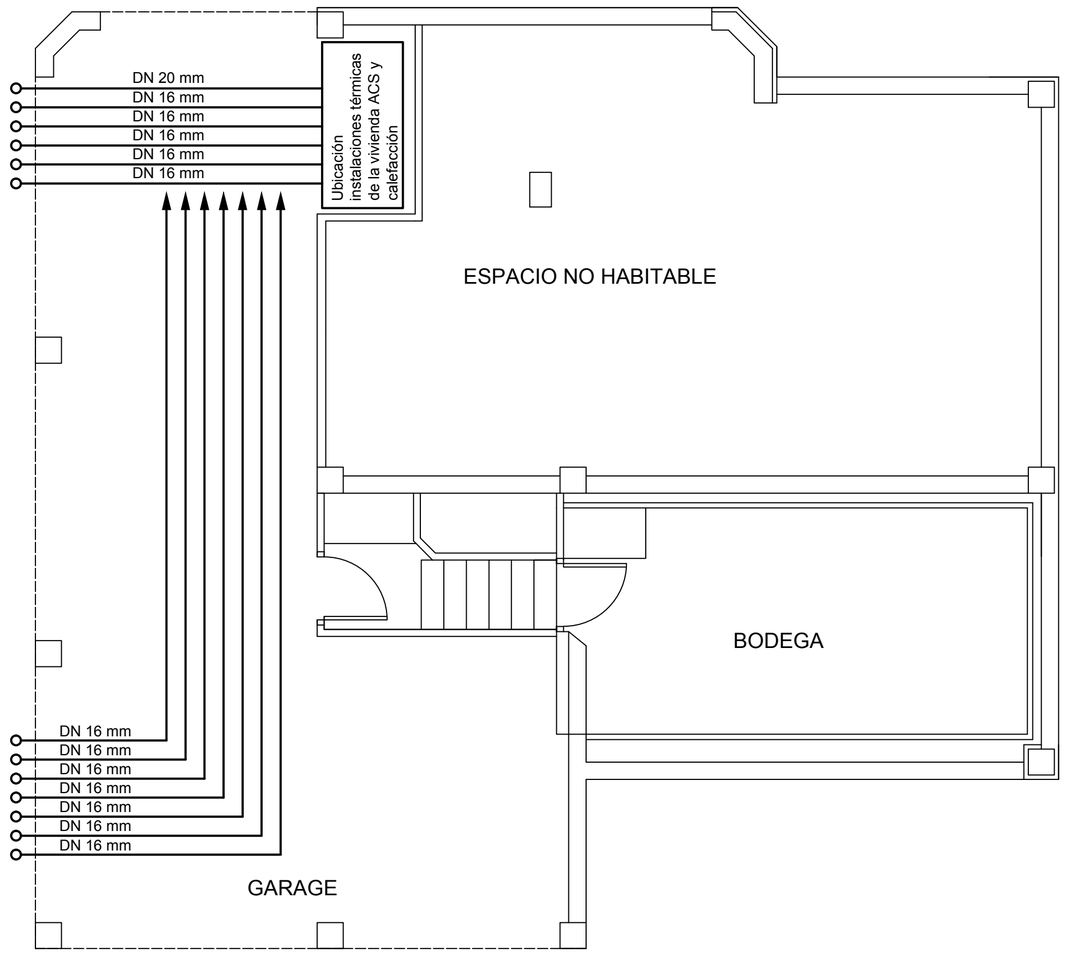
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 17



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

COLOCACION INSTALACION SOLAR TERMICA EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA

FECHA: SEPT-2017

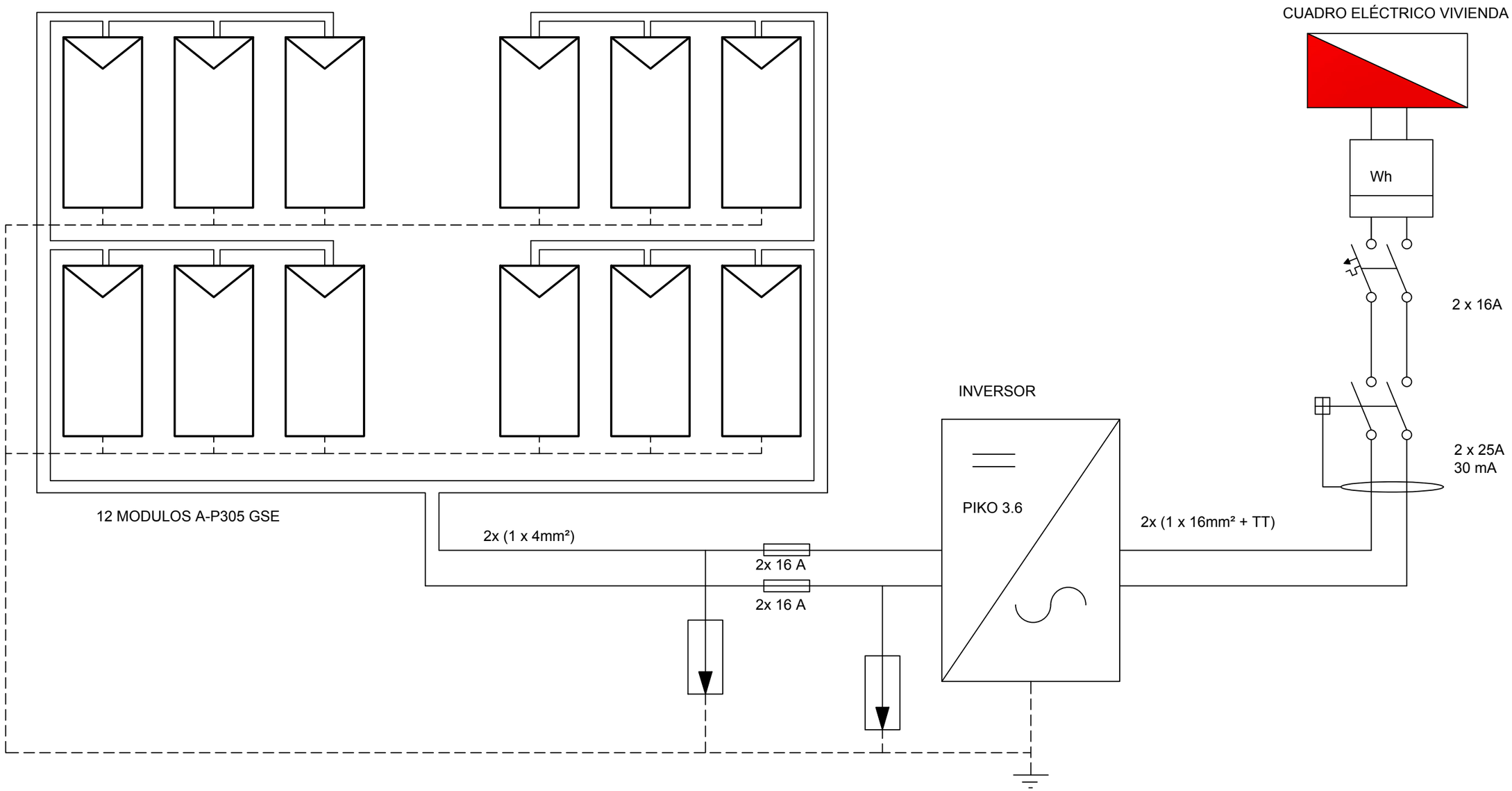
ESCALA: 1:50

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 18



	PROTECCION SOBRETENSIONES
	DIFERENCIAL
	MAGNETO TERMICO
	FUSIBLE
Wh	CONTADOR ENERGIA
	CUADRO ELECTRICO

UNIVERSIDADE DA CORUÑA — ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

ESQUEMA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

FECHA: SEPT-2017

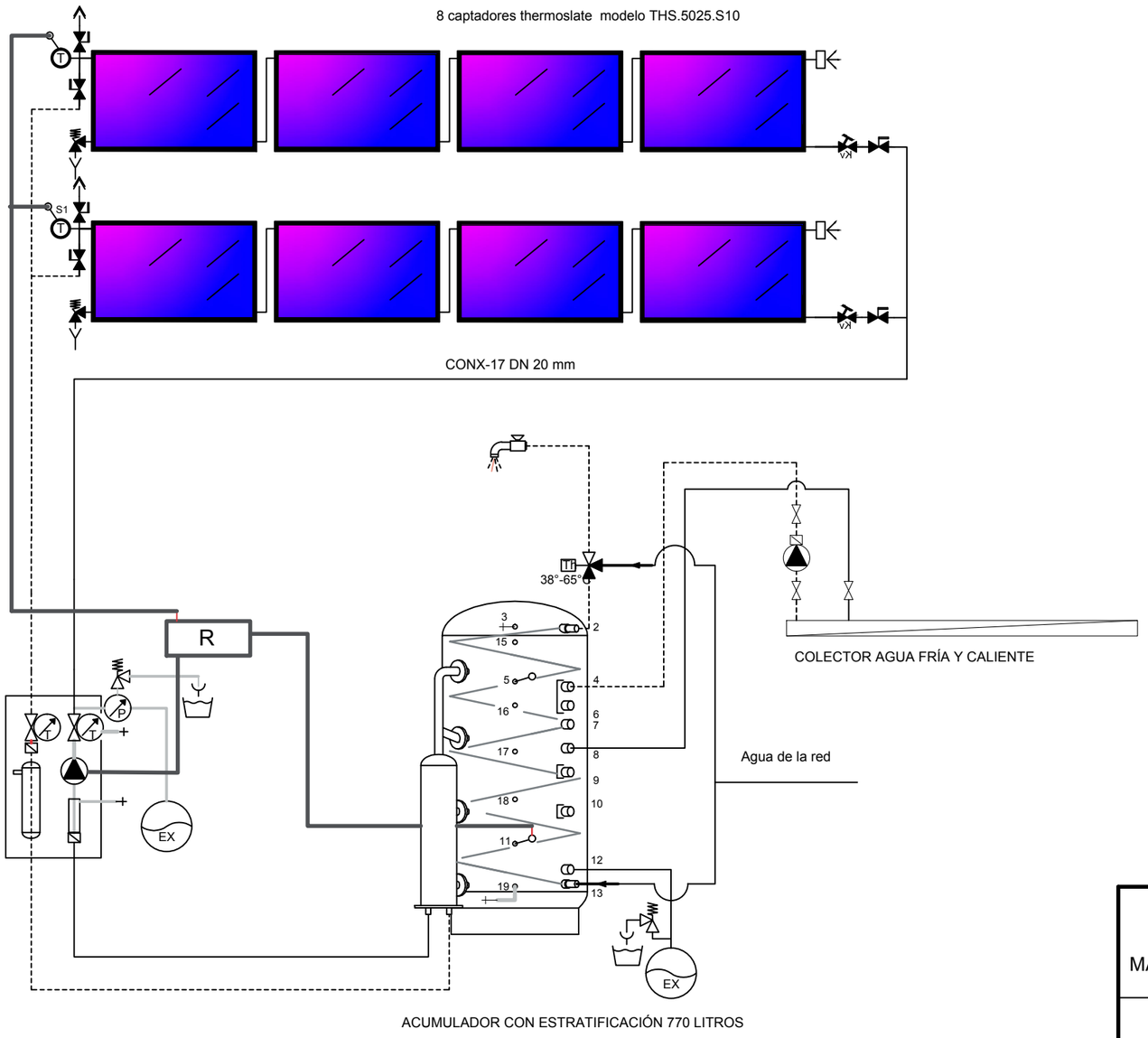
ESCALA: S/E

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 19



LEYENDA

Sensor de temperatura	
Sensor de presión (presostato)	
Válvula corte manual	
Válvula antirretorno	
Válvula seguridad	
Bomba impulsión	
Purgador automático (con llave de corte)	
Termómetro	
Desagüe	
Vaso de expansión	

UNIVERSIDADE DA CORUÑA — ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

ESQUEMA INSTALACION TERMICA SOLAR

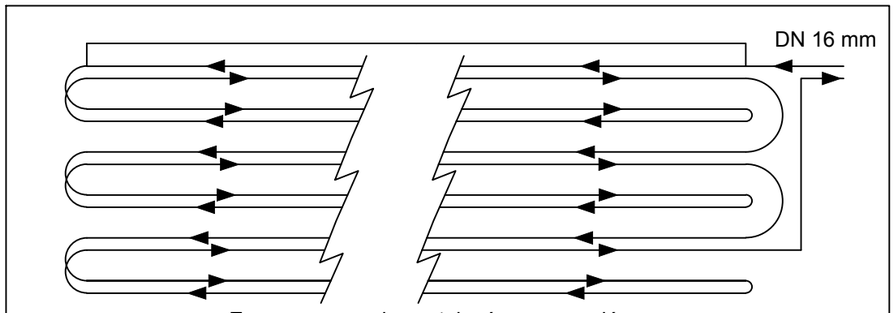
FECHA: SEPT-2017

ESCALA: S/E

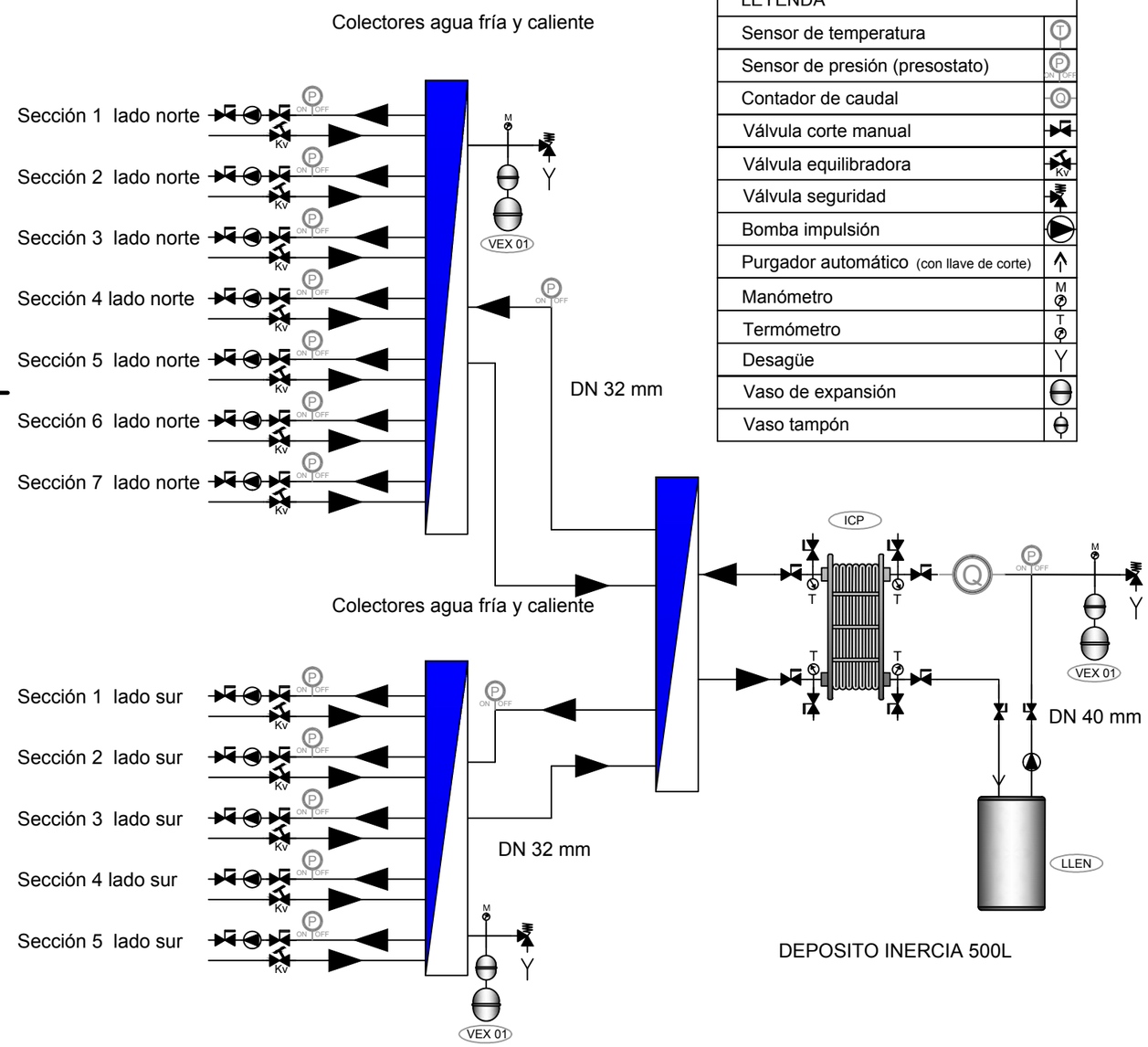
AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

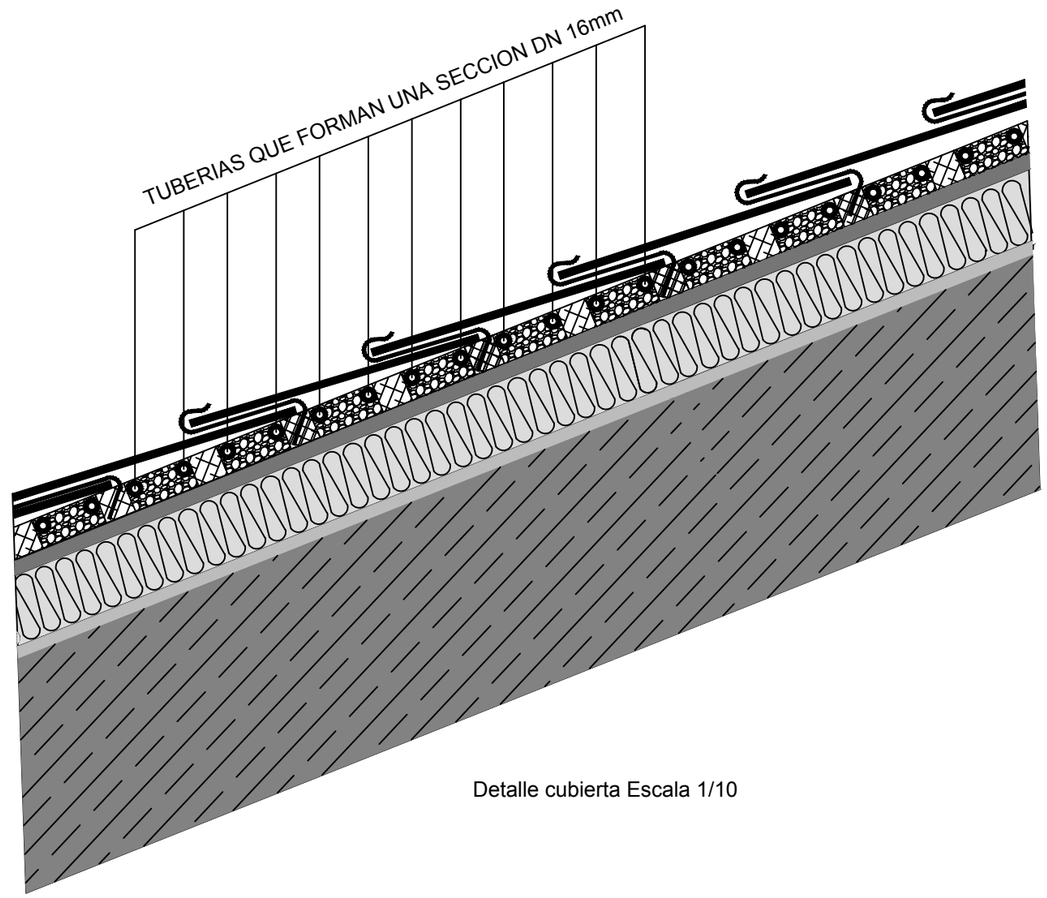
PLANO Nº: 20



Esquema conexiones tuberías por sección



LEYENDA	
Sensor de temperatura	T
Sensor de presión (presostato)	P ON OFF
Contador de caudal	Q
Válvula corte manual	
Válvula equilibradora	Kv
Válvula seguridad	
Bomba impulsión	
Purgador automático (con llave de corte)	
Manómetro	M
Termómetro	T
Desagüe	Y
Vaso de expansión	
Vaso tampón	



Detalle cubierta Escala 1/10

UNIVERSIDADE DA CORUÑA — ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

ESQUEMA INSTALACION SOLAR TERMICA EXPERIMENTAL

FECHA: SEPT-2017

ESCALA: S/E

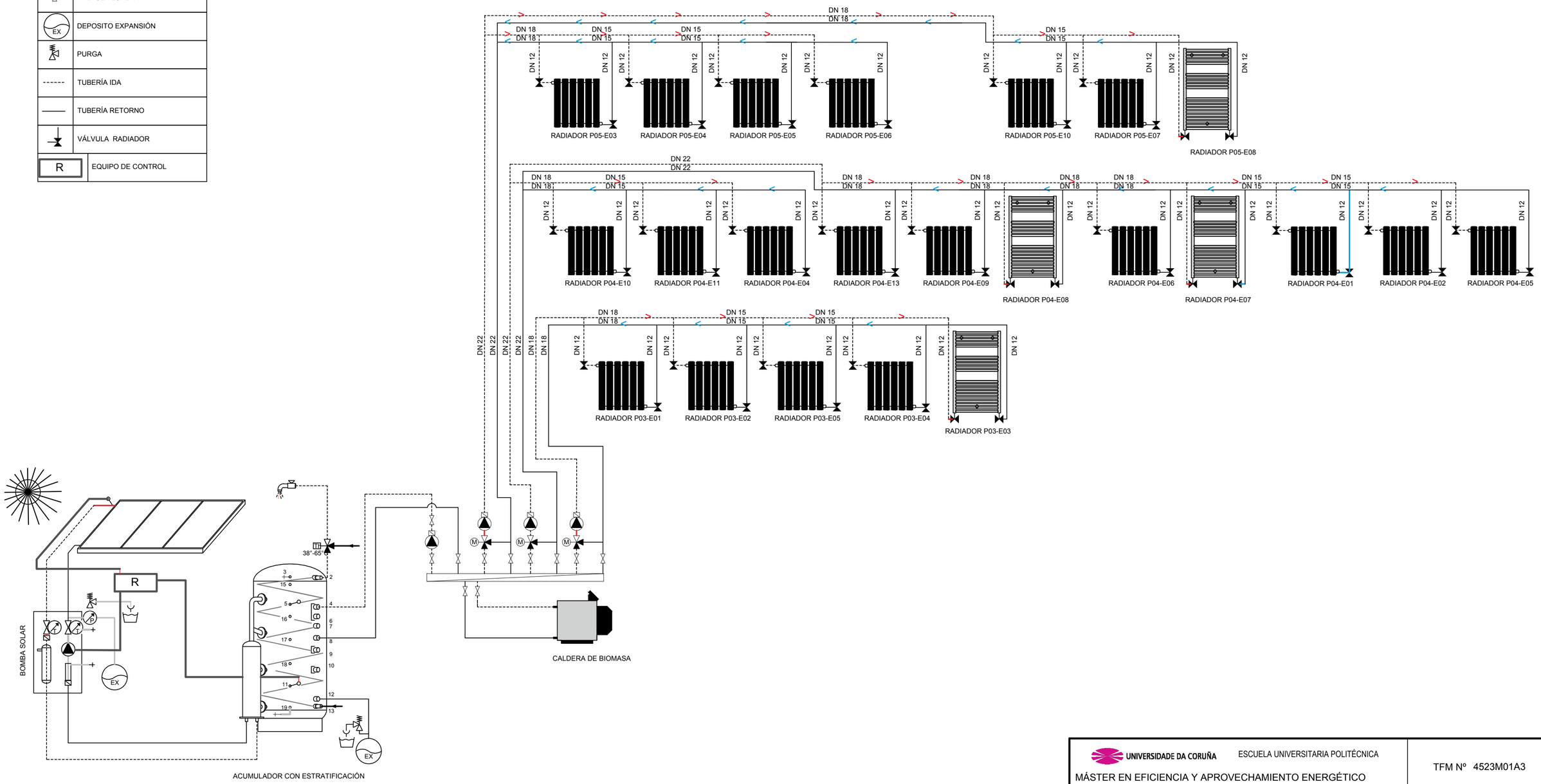
AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 21

	VÁLVULA TRES VÍAS MOTORIZADA
	BOMBA CIRCULACIÓN
	VÁLVULA ESFERA
EX	DEPOSITO EXPANSIÓN
	PURGA
------	TUBERÍA IDA
——	TUBERÍA RETORNO
	VÁLVULA RADIADOR
R	EQUIPO DE CONTROL



UNIVERSIDADE DA CORUÑA — ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

MÁSTER EN EFICIENCIA Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

TFM Nº 4523M01A3

TÍTULO:

ESTUDIO ENERGÉTICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TÍTULO DEL PLANO:

ESQUEMA CALEFACIÓN

FECHA: SEPT-2017

ESCALA: S/E

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

PLANO Nº: 22

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

PLIEGO DE CONDICIONES

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

5.1. Disposiciones generales.

5.1.1. Naturaleza y objeto del pliego general.

El presente Pliego de Condiciones particulares del Trabajo tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Arquitecto y al Ingeniero o Ingeniero de grado, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

5.1.2. Documentación del contrato de obra.

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1.º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.

2.º Memoria, planos, mediciones y presupuesto.

3.º El presente Pliego de Condiciones particulares.

4.º El Pliego de Condiciones de la Dirección general de Arquitectura.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Trabajo como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.
En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

5.2. Condiciones facultativas.

5.2.1. Delimitación general de funciones técnico.

5.2.1.1. El arquitecto director.

Corresponde al Arquitecto Director:

a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.

b) Redactar los complementos o rectificaciones del trabajo que se precisen.

c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.

d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.

e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del
Ingeniero o Ingeniero de grado, el certificado final de la misma.

5.2.1.2. El Ingeniero o Ingeniero de grado.

Corresponde al Ingeniero o Ingeniero de grado:

a) Redactar el documento de estudio y análisis del Trabajo con arreglo a lo previsto en el epígrafe 1.4. de R.D. 314/1979, de 19 de enero.

b) Planificar, a la vista del trabajo arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.

c) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Arquitecto y del Constructor.

d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al trabajo, a las normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

5.2.1.3. El coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor

b) Tomas las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.

d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

5.2.1.4. El constructor.

Corresponde al Constructor:

a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

c) Suscribir con el Arquitecto y el Ingeniero o Ingeniero de grado, el acta de replanteo de la obra.

d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.

e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero o Ingeniero de grado, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el trabajo, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.

g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.

h) Facilitar al Ingeniero o Ingeniero de grado, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

i) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

j) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.

k) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

5.2.1.5. El promotor - Coordinador de gremios.

Corresponde al Promotor- Coordinador de Gremios:

Cuando el promotor, cuando en lugar de encomendar la ejecución de las obras a un contratista general, contrate directamente a varias empresas o trabajadores autónomos para la realización de determinados trabajos de la obra, asumirá las funciones definitivas para el constructor en el artículo 6.

5.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.

5.2.2.1. Verificación de los documentos del trabajo.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad

de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

5.2.2.2. Oficina en la obra.

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre con Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Trabajo de Ejecución.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 6 .

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

5.2.2.3. Representación del contratista.

El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competen a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 6.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al

Arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

5.2.2.4. Presencia del constructor en la obra.

El Constructor, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Arquitecto o al Ingeniero o Ingeniero de grado, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

5.2.2.5. Trabajos no estipulados expresamente.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Trabajo, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reformado de trabajo con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

5.2.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del trabajo.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones

correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con los detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Ingeniero o Ingeniero de grado, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

5.2.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Arquitecto o

del Ingeniero o Ingeniero de grado, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

5.2.2.8. Recusación por el contratista del personal nombrado por el arquitecto.

El Constructor no podrá recusar a los Arquitectos, Ingenieroes o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

5.2.2.9. Faltas del personal.

El Arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

5.2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares.

5.2.3.1. Caminos y accesos.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.

5.2.3.2. Replanteo.

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero o Ingeniero de grado y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Arquitecto, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

5.2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el Promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Arquitecto y al Ingeniero o Ingeniero de grado y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

5.2.3.4. Orden de los trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

5.2.3.5. Facilidades para otros contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

5.2.3.6. Ampliación del trabajo por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Trabajo, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Arquitecto en tanto se formula o se tramita el Trabajo Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

5.2.3.7. Prórroga por causa de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prorroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Arquitecto. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el

retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

5.2.3.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

5.2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Trabajo, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Arquitecto o el Ingeniero o Ingeniero de grado, o el coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 12.

5.2.3.10. Obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Arquitecto; otro, al Ingeniero; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

5.2.3.11. Trabajos defectuosos.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Trabajo, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero o Ingeniero de grado, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero o Ingeniero de grado advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Arquitecto de la obra, quien resolverá.

5.2.3.12. Vicios ocultos.

Si el Ingeniero o Ingeniero de grado tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajo que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

5.2.3.13. De los materiales y de los aparatos, su procedencia.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de 'todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Trabajo preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero o Ingeniero de grado una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

5.2.3.14. Presentación de muestras.

A petición del Arquitecto, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

5.2.3.15. Materiales no utilizables.

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Trabajo.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero o Ingeniero de grado, pero acordando

previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

5.2.3.16. Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Arquitecto a instancias del Ingeniero o Ingeniero de grado, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Arquitecto, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

5.2.3.17. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta del Constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

5.2.3.18. Limpieza de las obras.

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

5.2.3.19. Obras sin prescripciones.

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el Trabajo, el Constructor se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Pliego General de la Dirección General de Arquitectura, o en su defecto, en lo dispuesto en las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), cuando estas sean aplicables.

5.2.4. De las recepciones de edificios y obras anejas.

5.2.4.1. De las recepciones provisionales.

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Arquitecto al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.
Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor, del Arquitecto y del Ingeniero o Ingeniero de grado. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra.
Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

5.2.4.2. Documentación final de la obra.

El Arquitecto Director facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

5.2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.

Recibidas las obras, se procederá inmediatamente por el arquitecto o Ingeniero de grado a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Arquitecto con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

5.2.4.4. Plazo de garantía.

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a un año.

Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

5.2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

5.2.4.6. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Arquitecto Director, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán con los trámites establecidos en el artículo 35.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Arquitecto Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

5.3. Condiciones económicas.

5.3.1. Principio general.

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

El Promotor, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

5.3.2. Fianzas y garantías.

El contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Trabajo.

5.3.2.1. Fianza provisional.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

5.3.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. el Arquitecto-Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el

caso de que el importe de la fianza o garantía no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

5.3.2.3. De su devolución en general.

La fianza o garantía retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.

5.3.2.4. Devolución de la fianza o garantía en el caso de efectuarse recepciones parciales.

Si el Promotor, con la conformidad del Arquitecto Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantía.

5.3.3. De los precios, composición de los precios unitarios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención de protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

5.3.3.1. Beneficio industrial.

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

5.3.3.2. Precio de ejecución material.

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más Costes Indirectos.

5.3.3.3. Precio de contrata.

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

5.3.3.4. Precios de contrata. Importe de contrata.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualesquiera se contratasen a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el contratista y el Promotor.

5.3.3.5. Precios contradictorios.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Arquitecto decida introducir unidades nuevas o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Arquitecto y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del trabajo, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

5.3.3.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y, en segundo lugar, al Pliego de Condiciones particulares, y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

5.3.3.7. De la revisión de los precios contratados.

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

5.3.3.8. Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

5.3.4. Obras por administración.

5.3.4.1. Administración.

Se denominan "Obras por Administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por si mismo por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el articulo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

a) Obras por administración directa.

b) Obras por administración delegada o indirecta.

5.3.4.2. Obra por administración directa.

Se denominas 'Obras por Administración directa" aquellas en las que el Promotor por sí mismo o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Arquitecto-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

5.3.4.3. Obras por administración delegada o indirecta.

Se entiende por 'Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.
Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes à la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Arquitecto-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

5.3.4.4. Liquidación de obras por administración.

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero o Ingeniero de grado:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en las obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando. a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

5.3.4.5. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada.

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Promotor mensualmente según las

partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Ingeniero o Ingeniero de grado redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

5.3.4.6. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.

No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Arquitecto-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

5.3.4.7. Responsabilidad del constructor por bajo rendimiento de los obreros.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Arquitecto-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Arquitecto-Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del porcentaje indicado en el articulo 59 b, que por los conceptos antes expresados correspondería

abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

5.3.4.8. Responsabilidades del constructor.

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 61 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

5.3.5. De la valoración y abono de los trabajo.

5.3.5.1. Formas varias de abono de las obras.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1.º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2.º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Trabajo, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3.º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Arquitecto-Director.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4.º Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el
Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.

5.º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

5.3.5.2. Relaciones valoradas y certificaciones.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal,

ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Arquitecto-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Arquitecto-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el
Arquitecto-Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Trabajo, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena

cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Arquitecto-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

5.3.5.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Arquitecto-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Trabajo o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Arquitecto-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

5.3.5.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.

Salvo lo preceptuado en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Arquitecto-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de

Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

5.3.5.5. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados.

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor.

5.3.5.6. Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Arquitecto-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

5.3.5.7. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1.º Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Trabajo, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Arquitecto-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2.º Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3.º Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

5.3.6. De las indemnizaciones mutuas.

5.3.6.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargó a la fianza o a la retención.

5.3.6.2. Demora de los pagos.

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación. Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante, lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

5.3.7. Varios.

5.3.7.1. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Arquitecto-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Trabajo a menos que el Arquitecto-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Arquitecto-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

5.3.7.2. Unidades de obras defectuosas pero aceptables.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Arquitecto-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

5.3.7.3. Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Arquitecto-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

5.3.7.4. Conservación de la obra.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado

por el Promotor, el Arquitecto-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Arquitecto-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

5.3.7.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto

en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

5.4. Condiciones técnicas particulares.

5.4.1. Condiciones generales.

5.4.1.1. Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto
1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

5.4.1.2. Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

5.4.1.3. Materiales no consignados en trabajo.

Los materiales no consignados en trabajo que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

5.4.1.4. Condiciones generales de ejecución.

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente trabajo se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, dé acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

5.4.2. Condiciones que han de cumplir los materiales. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra.

5.4.2.1. Instalación de calefacción.

5.4.2.1.1. Descripción

Descripción:

Instalación de calefacción que se emplea en edificios para modificar la temperatura de su interior, con la finalidad de conseguir el confort deseado.

Criterios de medición y valoración de unidades:

Las tuberías y conductos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación como calderas, radiadores, termostatos, etc., se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

5.4.2.1.2. Prescripciones sobre los productos.

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra:

La recepción de los productos, equipos y sistemas comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Aparatos insertables, incluidos los hogares abiertos, que utilizan combustibles sólidos.

- Estufas que utilizan combustibles sólidos.

- Calderas domésticas independientes que utilizan combustibles sólidos.

- Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a temperatura inferior a 120 ºC.

- Radiadores y convectores.

- Bloque de generación formado por caldera, (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007) o bomba de calor.

  Sistemas en función de parámetros como:

  Demanda a combatir por el sistema (calefacción y agua caliente sanitaria).

Grado de centralización de la instalación (individual y colectiva).
Sistemas de generación (caldera, bomba de calor y energía solar).
Tipo de producción de agua caliente sanitaria (con y sin acumulación). Según el fluido caloportador (sistema todo agua y sistema todo aire).

Equipos: Calderas.
Bomba de calor (aire-aire o aire-agua). Energía solar.
Otros.

- Bloque de transporte:
  Red de transporte formada por tuberías o conductos de aire. (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).
  Canalizaciones de cobre calorifugado, acero calorifugado, etc. Piezas especiales y accesorios.
  Bomba de circulación o ventilador.

- Bloque de control:
  Elementos de control como termostatos, válvulas termostáticas, etc. (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).
  Termostato situado en los locales.
  Control centralizado por temperatura exterior. Control por válvulas termostáticas.
  Otros.

- Bloque de consumo:
  Unidades terminales como radiadores, convectores, etc. (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).
  Accesorios como rejillas o difusores.

- En algunos sistemas, la instalación contará con bloque de acumulación.

- Accesorios de la instalación (según el RITE):

  Válvulas de compuerta, de esfera, de retención, de seguridad, etc. Conductos de evacuación de humos (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007). Purgadores.

  Vaso de expansión cerrado o abierto. Intercambiador de calor.

  Grifo de macho. Aislantes térmicos.

5.4.2.1.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.

Características técnicas de cada unidad de obra.

- Condiciones previas: soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías se colocarán con tacos y tornillos sobre tabiques, con una separación máxima entre ellos de 2 m.

En el caso de instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado (suelo radiante) o suspendida del forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirá a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique. Tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando se trate de ladrillo macizo y de 1 canuto en caso de ladrillo hueco, siendo el ancho de la roza nunca mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores; si no es así, tendrán una longitud máxima de 1 m. Cuando se practiquen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y pre marcos será como mínimo de 20 cm.

Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros, cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica. Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico, y en ningún caso se soldarán al tubo.

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc. (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre, etc.).

Se evitarán las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado.

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.

Para la fijación de los tubos se evitará la utilización de acero/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero/yeso (incompatible).

El recorrido de las tuberías no deberá atravesar chimeneas ni conductos.

5.4.2.1.4. Proceso de ejecución

- Ejecución

El instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el trabajo, y en caso contrario se redefinirá según el criterio y bajo la supervisión de la dirección facultativa. Se procederá al marcado por instalador autorizado de todos los componentes de la instalación en presencia de esta, procediendo a la colocación de la caldera, bombas y vaso de expansión cerrado.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos y encuentros. Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre los tubos de la instalación de calefacción y tuberías vecinas. Se deberá evitar la proximidad con cualquier conducto eléctrico.

Antes de su instalación, las tuberías deberán reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

Las calderas y bombas de calor se colocarán en bancada o paramento según recomendaciones del fabricante, quedando fijadas sólidamente. Las conexiones roscadas o embridadas irán selladas con cinta o junta de estanquidad de manera que los tubos no produzcan esfuerzos en las conexiones con la caldera. Alrededor de la caldera se dejarán espacios libres para facilitar labores de limpieza y mantenimiento. Se conectará al conducto de evacuación de humos y a la canalización del vaso de expansión si este es abierto.

Los conductos de evacuación de humos se instalarán con módulos rectos de cilindros concéntricos con aislamiento intermedio, conectados entre sí con bridas de unión normalizadas.

Se montarán y fijarán las tuberías y conductos ya sean vistas o empotradas en rozas que posteriormente se rellenarán con pasta de yeso. Las tuberías y conductos serán como mínimo del mismo diámetro que las bocas que les correspondan, y en el caso de circuitos hidráulicos se realizarán sus uniones con acoplamientos elásticos. Cada vez que se interrumpa el montaje se taparán los extremos abiertos.

Las tuberías y conductos se ejecutarán siguiendo líneas paralelas y a escuadra con elementos estructurales y con tres ejes perpendiculares entre sí, buscando un aspecto limpio y ordenado. Se colocarán de forma que dejen un espacio mínimo de 3 cm para la posterior colocación del aislamiento térmico y de forma que permitan manipularse y sustituirse sin desmontar el resto. En caso de conductos para gases con condensados, tendrán una pendiente de 0,5% para evacuar los mismos.

Las uniones, cambios de dirección y salidas se podrán hacer mediante accesorios soldados o roscados, asegurando la estanquidad de las uniones mediante pintura de las roscas con minio o empleando estopas, pastas o cintas. Si no se especifica, las reducciones de diámetro serán excéntricas y se colocarán enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.
Las unidades terminales de consumo (radiadores, convectores, etc.), se fijarán sólidamente al paramento y se nivelarán, con todos sus elementos de control, maniobra, conexión, visibles y accesibles.

Se realizará la conexión de todos los elementos de la red de distribución de agua o aire, de la red de distribución de combustible, y de la red de evacuación de humos, así como el montaje de todos los elementos de control y demás accesorios.

En el caso de instalación de calefacción por suelo radiante, se extenderán las tuberías por debajo del pavimento en forma de serpentín o caracol, siendo el paso entre tubos no superior a 20 cm. El corte de tubos para su unión o conexión se realizará perpendicular al eje y eliminando rebabas. En caso de accesorios de compresión se achaflanará la arista exterior. La distribución de agua se realizará a una temperatura de 40 a 50 ºC, alcanzando el suelo una temperatura media de 25-28 ºC, nunca mayor de 29 ºC.

- Condiciones de terminación.

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deberán ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, eliminando polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Finalmente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En caso de A.C.S. se medirá el PH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5. (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).

En caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista. (Cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).

5.4.2.1.5. Control de ejecución, ensayos y pruebas.

<u>Control de ejecución.</u>

- Calderas:

Instalación de la caldera. Uniones, fijaciones, conexiones y comprobación de la existencia de todos los accesorios de la misma.

- Canalizaciones, colocación:

  Diámetro distinto del especificado.

  Puntos de fijación con tramos menores de 2 m.

  Buscar que los elementos de fijación no estén en contacto directo con el tubo, que no existan tramos de más de 30 m sin lira, y que sus dimensiones correspondan con las especificaciones de trabajo. Comprobar que las uniones tienen minio o elementos de estanquidad.

- En el calorifugado de las tuberías: Existencia de pintura protectora.

  Espesor de la coquilla se corresponde al del trabajo.

  Distancia entre tubos y entre tubos y paramento es superior a 2 cm.

- Colocación de manguitos pasamuros:

  Existencia del mismo y del relleno de masilla. Holgura superior a 1 cm.

- Colocación del vaso de expansión:

  Fijación. Uniones roscadas con minio o elemento de estanquidad.

- Situación y colocación de la válvula de seguridad, grifo de macho, equipo de regulación exterior y ambiental, etc. Uniones roscadas o embridadas con elementos de estanquidad.

- Situación y colocación del radiador. Fijación al suelo o al paramento.

  Uniones. Existencia de purgador.

<u>Ensayos y pruebas.</u>

Prueba hidrostática de las redes de tuberías (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007): una vez lleno el circuito de agua, purgado y aislado el vaso de expansión, la bomba y la válvula de seguridad, se someterá antes de instalar los radiadores, a una presión de vez y media la de su servicio, siendo siempre como mínimo de 6 bar, y se comprobará la aparición de fugas. Se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones, y finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen. Posteriormente se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

Pruebas de redes de conductos (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007): se realizará taponando los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Pruebas de libre dilatación (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007): las instalaciones equipadas con calderas, se elevarán a la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Eficiencia térmica y funcionamiento (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007): se medirá la temperatura en locales similares en planta inferior, intermedia y superior, debiendo ser igual a la estipulada en el trabajo, con una variación admisible de ± 2 ºC. El termómetro para medir la temperatura se colocará en un soporte en el centro del local a una altura del suelo de 1,50 m y permanecerá como mínimo 10 minutos antes de su lectura. La lectura se hará entre tres y cuatro horas después del encendido de la caldera. En locales donde entre la radiación solar, la lectura se hará dos horas después de que deje de entrar. Cuando haya equipo de regulación, esté se

desconectará. Se comprobará simultáneamente el funcionamiento de las llaves y accesorios de la instalación.

Conservación y mantenimiento.

Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad. Se protegerán convenientemente las roscas.

5.4.2.2. Instalación de ventilación.

5.4.2.2.1. Descripción

Descripción.

Instalación para la renovación de aire de los diferentes locales de edificación de acuerdo con el ámbito de aplicación del CTE DB HS 3 y del RITE 2007.

Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

La evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

Criterios de medición y valoración de unidades.

Los conductos de la instalación se medirán y valorarán por metro lineal, a excepción de los formados por piezas prefabricadas que se medirán por unidad, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas y capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

El aislamiento térmico se medirá y valorará por metro cuadrado.

El resto de elementos de la instalación de ventilación se medirán y valorarán por unidad, totalmente colocados y conectados.

5.4.2.2.2. Prescripciones sobre los productos.

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Conductos (colector general y conductos individuales):
  Fibrocemento, etc.
  Elementos prefabricados, de fibrocemento, metálicas (conductos flexibles de aluminio y poliéster, de chapa galvanizada, etc.), de plástico (P.V.C.), etc.

- Rejillas: tipo. Dimensiones.

- Equipos de ventilación: extractores, ventiladores centrífugos, etc.

- Aspiradores estáticos: de hormigón, cerámicos, fibrocemento o plásticos.

Tipos. Características. Certificado de funcionamiento.

- Sistemas para el control de humos y de calor: cortinas de humo, aireadores de extracción natural de extracción de humos y calor, aireadores extractores de humos y calor mecánicos; sistemas de presión diferencial (equipos) y suministro de energía.

- Alarmas de humo autónomas.

- Chimeneas: conductos, componentes, paredes exteriores, terminales, etc.

- Aislante térmico. Tipo. Espesor.

Según el CTE DB HS 3, apartado 3.2 los productos tendrán las siguientes características:

Conductos de admisión: los conductos tendrán sección uniforme y carecerán de obstáculos en todo su recorrido. Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

Según el CTE DB HS 3, apartado 3.2.4, los conductos de extracción para ventilación mecánica cumplirán:

Cada conducto de extracción, salvo los de la ventilación específica de las cocinas, deberá disponer en la boca de expulsión de un aspirador mecánico, pudiendo varios conductos de extracción compartir un mismo aspirador mecánico.

Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque de los tramos verticales.

Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deberán aislarse térmicamente de tal forma que se evite la producción de condensación Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deberán cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 del DB SI 1.

Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

5.4.2.2.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.

Características técnicas de cada unidad de obra.

- Condiciones previas: soporte.

El soporte de la instalación de ventilación serán los forjados, sobre los que arrancará el elemento columna hasta el final del conducto, y donde se habrán dejado previstos los huecos de paso con una holgura para poder colocar alrededor del conducto un aislamiento térmico de espesor mínimo de 2 cm, y conseguir que el paso a través del mismo no sea una unión rígida.

Cada tramo entre forjados se apoyará en el forjado inferior.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Proceso de ejecución.

- Ejecución:

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.1 Aberturas:

Cuando las aberturas se dispongan directamente en el muro deberá colocarse un pasamuros cuya sección interior tenga las dimensiones mínimas de ventilación previstas y se sellarán los extremos en su encuentro con el muro. Los elementos de protección de las aberturas deberán colocarse de tal modo que no se permita la entrada de agua desde el exterior.

Cuando los elementos de protección de las aberturas de extracción dispongan de lamas, éstas deberán colocarse inclinadas en la dirección de la circulación del aire.

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.2 Conductos de extracción:

Deberá preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de forma que se ejecuten aquellos elementos necesarios para ello tales como brochales y zunchos. Los huecos de paso de los forjados deberán proporcionar una holgura perimétrica de 2 cm que se rellenará con aislante térmico.

El tramo de conducto correspondiente a cada planta deberá apoyarse sobre el forjado inferior de la misma.

En caso de conductos de extracción para ventilación híbrida, las piezas deberán colocarse cuidando el aplomado, admitiéndose una desviación de la vertical de hasta 15º con transiciones suaves.

Cuando las piezas sean de hormigón en masa o de arcilla cocida, se recibirán con mortero de cemento tipo M-5a (1:6), evitando la caída de restos de mortero al interior del conducto y enrasando la junta por ambos lados. Cuando sean de otro material, se realizarán las uniones previstas en el sistema, cuidando la estanquidad de sus juntas.

Las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción se taparán para evitar la entrada de escombros u otros objetos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.

Cuando el conducto para la ventilación específica adicional de las cocinas sea colectivo, cada extractor deberá conectarse al mismo mediante un ramal que desembocará en el conducto de extracción inmediatamente por debajo del ramal siguiente.

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.3 Sistemas de ventilación mecánicos:

Los aspiradores mecánicos y los aspiradores híbridos deberán disponerse en un lugar accesible para realizar su limpieza.

Previo a los extractores de las cocinas se colocará un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando debe reemplazarse o limpiarse dicho filtro.

Se dispondrá un sistema automático que actúe de forma que todos los aspiradores híbridos y mecánicos de cada vivienda funcionen simultáneamente o bien adoptar cualquier otra solución que impida la inversión del desplazamiento del aire en todos los puntos.

El aspirador híbrido o el aspirador mecánico, en su caso, deberá colocarse aplomado y sujeto al conducto de extracción o a su revestimiento.

El sistema de ventilación mecánica deberá colocarse sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios.

Los empalmes y conexiones serán estancos y estarán protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos.

- Condiciones de terminación.

Se revisará que las juntas entre las diferentes piezas están llenas y sin rebabas, en caso contrario se rellenarán o limpiarán.

5.4.2.2.4. Control de ejecución, ensayos y pruebas.

Control de ejecución.

- Conducciones verticales:

  Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas.

  Aplomado: comprobación de la verticalidad.

  Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo. Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.

  Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos. Fijación. Arriostramiento, en su caso.

- Conexiones individuales:

  Derivaciones: correcta conexión con pieza especial de derivación. Correcta colocación de la rejilla.

- Aberturas y bocas de ventilación:

  Ancho del retranqueo (en caso de estar colocadas en éste).

Aberturas de ventilación en contacto con el exterior: disposición para evitar la entrada de agua.

Bocas de expulsión. Situación respecto de cualquier elemento de entrada de aire de ventilación, del linde de la parcela y de cualquier punto donde pueda haber personas de forma habitual que se encuentren a menos de 10 m de distancia de la boca.

- Bocas de expulsión: disposición de malla antipájaros.

- Ventilación híbrida: altura de la boca de expulsión en la cubierta del edificio.

- Medios de ventilación híbrida y mecánica: Conductos de admisión. Longitud.

  Disposición de las aberturas de admisión y de extracción en las zonas comunes.

- Medios de ventilación natural:

  Aberturas mixtas en la zona común de trasteros: disposición.

  Número de aberturas de paso en la partición entre trastero y zona común.

  Aberturas de admisión y extracción de trasteros: comunicación con el exterior y separación vertical entre ellas.

  Aberturas mixtas en almacenes: disposición. Aireadores: distancia del suelo.

  Aberturas de extracción: conexión al conducto de extracción. Distancia a techo. Distancia a rincón o esquina.

<u>Ensayos y pruebas.</u>

Prueba de funcionamiento: por conducto vertical, comprobación del caudal extraído en la primera y última conexión individual.

5.4.2.3. Instalación de fontanería.

5.4.2.3.1. Descripción.

Descripción.

Instalación de agua fría y caliente en red de suministro y distribución interior de los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE, desde la toma de la red interior hasta las griferías, ambos inclusive.

Criterios de medición y valoración de unidades.

Las tuberías y aislamientos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorio, etc., todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soporte, etc. para tuberías, y la protección cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación se medirán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

5.4.2.3.2. Prescripciones sobre los productos.

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

Productos constituyentes: llaves de paso, tubos, válvulas anti retorno, filtro, armario o arqueta del contador general, marco y tapa, contador general, depósito auxiliar de alimentación, grupo de presión, depósitos de presión, local de uso exclusivo para bombas, válvulas limitadoras de presión, sistemas de tratamiento de agua, batería de contadores, contadores divisionarios, colectores de impulsión y retorno, bombas de recirculación, aislantes térmicos, etc.

- Red de agua fría.

Filtro de la instalación general: el filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 µm, con malla de acero inoxidable y baño de plata, y autolimpiable.

Sistemas de control y regulación de la presión:

Grupos de presión. Deben diseñarse para que pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo.

Las bombas del equipo de bombeo serán de iguales prestaciones. Depósito de presión: estará dotado de un presostato con manómetro. Sistemas de tratamiento de agua.

Los materiales utilizados en la fabricación de los equipos de tratamiento de agua deben tener las características adecuadas en cuanto a resistencia mecánica, química y microbiológica para cumplir con los requerimientos inherentes tanto al agua como al proceso de tratamiento.

Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

- Instalaciones de agua caliente sanitaria.

Distribución (impulsión y retorno).

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, deberá ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias IT.

- Tubos: material. Diámetro nominal, espesor nominal y presión nominal. Serie o tipo de tubo y tipo de rosca o unión. Marca del fabricante y año de fabricación. Norma UNE a la que responde. Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo. Se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

  Tubos de acero galvanizado, según Norma UNE 19 047:1996
  Tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996
  Tubos de acero inoxidable, según Norma UNE 19 049-1:1997
  Tubos de fundición dúctil, según Norma UNE EN 545:1995
  Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE EN 1452:2000
  Tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE EN ISO 15877:2004
  Tubos de polietileno (PE), según Normas UNE EN 12201:2003
  Tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004
  Tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE EN ISO 15876:2004
  Tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE EN ISO 15874:2004
  Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura
  (PE-RT), según Norma UNE 53 960 EX:2002;
  Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según
  Norma UNE 53 961 EX:2002.

- Griferías: materiales. Defectos superficiales. Marca del fabricante o del importador sobre el cuerpo o sobre el órgano de maniobra. Grupo acústico y clase de caudal.

- Accesorios.

Grapa o abrazadera: será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Sistemas de contabilización de agua fría: los contadores de agua deberán fabricarse con materiales que posean resistencia y estabilidad adecuada al uso al que se destinan, también deberán resistir las corrosiones.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán las condiciones y requisitos expuestos a continuación:

No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.

Deben ser resistentes a la corrosión interior.

Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.

Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40ºC, y a las temperaturas

Exteriores de su entorno inmediato.

Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.

Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

Uniones de tubos: de acero galvanizado o zincado, las roscas de los tubos serán del tipo cónico.

- El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

- El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación. Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

- El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el trabajo y las normas UNE que sea de aplicación de acuerdo con el CTE.

Se verificará el marcado CE para los productos siguientes:

Tubos y racores de acero para el transporte de líquidos acuosos, incluido el agua destinada al consumo humano .

Juntas para la conexión de tubos de acero y racores para el transporte de líquidos acuosos .

Tubos y racores de acero inoxidable para el transporte de líquidos acuosos . Tubos redondos de cobre .

Las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas. Asimismo serán rechazados aquellos productos que no cumplan las características técnicas mínimas que deban reunir.

5.4.2.3.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.

Características técnicas de cada unidad de obra.

- Condiciones previas: soporte.

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá disponerse vista, registrable o estar empotrada.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, discurrirán por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

Revisión de documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Según el CTE DB HS 4, apartado 6.3.2.1, se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua. No se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos anti electrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado. Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.1, las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no

dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente.

Si las tuberías y accesorios están concebidos como partes de un mismo sistema de instalación, éstos no se mezclarán con los de otros sistemas.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministre no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Cuando los tubos discurren enterrados o empotrados los revestimientos que tendrán serán según el material de los mismos, serán:

Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.

Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.

Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura

Proceso de ejecución.

- Ejecución.

Ejecución redes de tuberías, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.1:

Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado. El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección.

Uniones y juntas:

Las uniones de los tubos serán estancas, según el CTE DB HS 4, apartado
5.1.1.2. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción. Son admisibles las soldaduras fuertes. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

Protecciones:

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.2, tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador

de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera anti vapor.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.3, cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.4, cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasa tubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm. Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.5, a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles, que actúen de protección contra el ruido.

Grapas y abrazaderas, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.4.1: la colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

Soportes, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.4.2, se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución.

Alojamiento del contador general, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.2.1: la cámara o arqueta de alojamiento del contador general estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice “in situ”, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Las cámaras o arquetas estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara.

Contadores divisionarios aislados, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.2.2: se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos para el contador general en cuanto a sus

Condiciones de ejecución.

HS 4, apartado 5.1.3.1.1: habrá de ser fácilmente accesible así como fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación. Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con sifón para el rebosado.

Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero. Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito, de uno o

varios dispositivos de cierre. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores. La centralita dispondrá de un hidronivel. Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Asimismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

Bombas para grupo de sobre elevación, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.2: se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia del conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán interpuestos elementos anti vibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico. Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba. Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

Depósito de presión, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.3: estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. El depósito de presión dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito. Si se instalaran varios depósitos de presión, estos pueden disponerse tanto en

línea como en derivación. Funcionamiento alternativo de grupo de presión convencional, según el CTE DB HS
4, apartado 5.1.3.2: se preverá una derivación alternativa (by-pass) para el funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional. Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual. Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición. Sólo se instalarán aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.

- Condiciones de terminación.

La instalación se entregará terminada, conectada y comprobada.

5.4.2.3.4. Control de ejecución, ensayos y pruebas.

Control de ejecución.

- Instalación general del edificio.

Acometida: tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado. Llave de registro (exterior al edificio). Llave de paso, alojada en cámara impermeabilizada en el interior del edificio.

Contador general: situación del armario o cámara; colocación del contador, llaves y grifos; diámetro y recibido del manguito pasamuros.

Llave general: diámetro y recibido del manguito pasamuros; colocación de la llave.

Tubo de alimentación y grupo de presión: diámetro; a ser posible aéreo.
Grupo de presión: marca y modelo especificado
Depósito hidroneumático: homologado por el Ministerio de Industria.

Equipo de bombeo: marca, modelo, caudal, presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

Batería de contadores divisionarios: local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico. Colocación del contador y llave de paso. Separación de otras centralizaciones de contadores (gas, electricidad…) Fijación del soporte; colocación de contadores y llaves.

- Instalación particular del edificio.

Montantes:

Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.
En caso de instalación de antiarietes, colocación en extremos de montantes y con llave de corte.
Diámetro y material especificados (montantes). Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente. Posición paralela o normal a los elementos estructurales.
Comprobación de las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

Derivación particular:

Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo. Llaves de paso en locales húmedos.

Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm. Diámetros y materiales especificados.

Tuberías de PVC, condiciones especiales para no impedir la dilatación. Tuberías de acero galvanizado empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.

mediante manguitos de latón. Protección, en el caso de ir empotradas. Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

Grifería:

Verificación con especificaciones de trabajo. Colocación correcta con junta de aprieto.

Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente: Cumple las especificaciones de trabajo.

Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso.

Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.

En cuartos de baño, se respetan los volúmenes de prohibición y protección. Disposición de llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos.

Ensayos y pruebas.

- Pruebas de las instalaciones interiores.

Prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Una vez realizada la prueba anterior a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

En caso de instalaciones de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.

Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad.

Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.

Serán motivo de rechazo las siguientes condiciones: Medidas no se ajustan a lo especificado. Colocación y uniones defectuosas.

Estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, se rechazará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.

Funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, se rechazará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en: estanquidad del conjunto completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

- Conservación y mantenimiento.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante un año deben ser taponadas.

Se procederá a la limpieza de filtros de grifos y de cualquier otro elemento que pueda resultar obstruido antes de la entrega de la obra.

Sistemas de tratamiento de agua.

Los productos químicos utilizados en el proceso deben almacenarse en condiciones de seguridad en función de su naturaleza y su forma de utilización. La entrada al local destinado a su almacenamiento debe estar dotada de un sistema para que el acceso sea restringido a las personas autorizadas para su manipulación.

5.4.2.3.5. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio.

- Instalación general del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones: Prueba de presión
Prueba de estanquidad
Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos.
Nivel de agua/ aire en el depósito.
Lectura de presiones y verificaciones de caudales. Comprobación del funcionamiento de válvulas.

- Instalaciones particulares.

Prueba hidráulica de las conducciones: Prueba de presión
Prueba de estanquidad
Prueba de funcionamiento: simultaneidad de consumo. Caudal en el punto más alejado.

5.4.2.4. Instalación de energía solar.

5.4.2.4.1. Descripción.

Descripción.

Sistemas solares de calentamiento prefabricados: son lotes de productos con una marca registrada, equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. A su vez pueden ser: sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria; sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria; sistemas con captador-depósito integrados para agua caliente sanitaria.

Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos: son sistemas construidos de forma única o montándolos a partir de una lista de componentes.

Según la aplicación de la instalación, esta puede ser de diversos tipos: para calentamiento de aguas, para usos industriales, para calefacción, para refrigeración, para climatización de piscinas, etc.

Criterios de medición y valoración de unidades.

Unidad de equipo completamente recibida y/o terminada en cada caso; todos los elementos específicos de las instalaciones, como captadores, acumuladores, intercambiadores, bombas, válvulas, vasos de expansión, purgadores, contadores

El resto de elementos necesarios para completar dicha instalación, ya sea instalaciones eléctricas o de fontanería se medirán y valorarán siguiendo las recomendaciones establecidas en los capítulos correspondientes de las instalaciones de electricidad y fontanería.

Los elementos que no se encuentren contemplados en cualquiera de los dos casos anteriores se medirán y valorarán por unidad de obra proyectada realmente ejecutada.

5.4.2.4.2. Prescripciones sobre los productos.

Características de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

La recepción de los productos, equipos y sistemas comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Sistemas solares a medida:

- Sistema de captación: captadores solares.

  Cumplirá lo especificado en los apartados 3.3.2.1 y 3.4.1 del CTE DB HE 4. Los captadores solares llevarán preferentemente un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm.

  Si se usan captadores con absorbedores de aluminio, se usarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

- Sistema de acumulación solar: cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.2.

Los acumuladores pueden ser: de acero vitrificado (inferior a 1000 l), de acero con tratamiento epoxídico, de acero inoxidable, de cobre, etc. Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento y bocas, soldados antes del tratamiento de protección. Preferentemente los acumuladores serán de configuración vertical.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico. Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 ºC y hasta 70 ºC para prevenir la legionelosis. El aislamiento de acumuladores de superficie inferior a
2 m2 tendrá un espesor mínimo de 3 cm, para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 5 cm. La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un trabajo firmado por un técnico competente.

- Sistema de intercambio: cumplirá lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado
  3.4.3.

  Los intercambiadores para agua caliente sanitaria serán de acero inoxidable o de cobre. El intercambiador podrá ser de tipo sumergido (de serpentín o de haz tubular) o de doble envolvente. Deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación. Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada. El espesor del aislamiento del cambiador de calor será mayor o igual a
  2 cm.

- Circuito hidráulico: constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. En cualquier caso, los materiales cumplirán lo especificado en

la norma ISO/TR 10217. Según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.4, el circuito hidráulico cumplirá las condiciones de resistencia a presión establecidas.

Tuberías. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.5. En sistemas directos se usará cobre o acero inoxidable en el circuito primario, admitiendo de material plástico acreditado apto para esta aplicación. El material de que se constituyan las señales será resistente a las condiciones ambientales y funcionales del entorno en que estén instaladas, y la superficie de la señal no favorecerá el depósito de polvo sobre ella. En el circuito secundario (de agua caliente sanitaria) podrá usarse cobre, acero inoxidable y también materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito. Las tuberías de cobre serán de tubos estirados en frío y uniones por capilaridad. Para el calentamiento

de piscinas se recomienda que las tuberías sean de PVC y de gran diámetro. En ningún caso el diámetro de las tuberías será inferior a DIN15. El diseño y los materiales deberán ser tales que no permitan la formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos.

Bomba de circulación. Cumplirá lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado
3.4.4l. Podrán ser en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. En circuitos de agua caliente sanitaria, los materiales serán resistentes a la corrosión.
Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas, resistentes a la presión máxima del circuito.

Purga de aire. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.8. Son botellones de desaireación y purgador manual o automático. Los purgadores automáticos tendrán el cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón, el mecanismo, flotador y asiento de acero inoxidable y el

obturador de goma sintética. Asimismo, resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

Vasos de expansión. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado
3.4.7. Pueden ser abiertos o cerrados. El material y tratamiento del vaso será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo. Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados en todas sus juntas, y reforzados. Tendrán una salida de rebosamiento. En caso de vasos de expansión cerrados, no se aislará térmicamente la tubería de conexión.

- Válvulas: cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.6. Podrán ser válvulas de esfera, de asiento, de resorte, etc. Según CTE DB HE 4, apartado
3.2.2.5, para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas antirretorno.

- Sistema de drenaje: se evitará su congelación, dentro de lo posible.

- Material aislante: fibra de vidrio, pinturas asfálticas, chapa de aluminio, etc.

- Sistema de energía auxiliar: para complementar la contribución solar con la energía necesaria para cubrir la demanda prevista en caso de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.

- Sistema eléctrico y de control: cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja
Tensión (REBT) y con lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.10.

- Fluido de trabajo o portador: según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.1, podrá utilizarse agua desmineralizada o con aditivos, según las condiciones

climatológicas. pH a 20 °C entre 5 y 9. El contenido en sales se ajustará a lo especificado en el CTE.

- Sistema de protección contra heladas según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.2.

- Dispositivos de protección contra sobrecalentamientos según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.3.1.

- Productos auxiliares: liquido anticongelante, pintura antioxidante, etc.

- Sistemas solares prefabricados:

  Equipos completos y listos para instalar, bajo un solo nombre comercial. Pueden ser compactos o partidos.

Los materiales de la instalación soportarán la máxima temperatura y presiones que puedan alcanzarse.

En general, se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el trabajo:

Sistema solares prefabricados: el fabricante o distribuidor oficial deberá suministrar instrucciones para el montaje y la instalación, e instrucciones de operación para el usuario.

Sistemas solares a medida: deberá estar disponible la documentación técnica completa del sistema, instrucciones de montaje, funcionamiento y mantenimiento, así como recomendaciones de servicio.

Asimismo, se realizará el control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.

- Sistema de captación:

El captador deberá poseer la certificación emitida por organismo competente o por un laboratorio de ensayos (según RD 891/1980 y la Orden de 28 julio de 1980).

Norma a la que se acoge o según la cual está fabricado.

Documentación del fabricante: debe contener instrucciones de instalación, de uso y mantenimiento en el idioma del país de la instalación.

Datos técnicos: esquema del sistema, situación y diámetro de las conexiones, potencia eléctrica y térmica, dimensiones, tipo, forma de montaje, presiones y temperaturas de diseño y límites, tipo de protección contra la corrosión, tipo de fluido térmico, condiciones de instalación y almacenamiento.

Guía de instalación con recomendaciones sobre superficies de montaje, distancias de seguridad, tipo de conexiones, procedimientos de aislamiento de tuberías, integración de captadores en tejados, sistemas de drenaje.

Estructuras soporte: cargas de viento y nieve admisibles.

Tipo y dimensiones de los dispositivos de seguridad. Drenaje. Inspección, llenado y puesta en marcha. Check-list para el instalador. Temperatura mínima admisible sin congelación. Irradiación solar de sobrecalentamiento.

Documentación para el usuario sobre funcionamiento, precauciones de seguridad, elementos de seguridad, mantenimiento, consumos, congelación y sobrecalentamiento.

Etiquetado: fabricante, tipo de instalación, número de serie, año, superficie de absorción, volumen de fluido, presión de diseño, presión admisible, potencia eléctrica.

En general, las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas. Asimismo, serán rechazados aquellos productos que no cumplan las características mínimas técnicas prescritas en trabajo.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas estarán convenientemente protegidas durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta que no se proceda a la unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades del aparato. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc., se guardarán en locales cerrados.

Se deberá tener especial precaución en la protección de equipos y materiales que puedan estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos. Especial cuidado con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, que deberán quedar debidamente protegidos. Todos los materiales se conservarán hasta el momento de su instalación, en la medida de lo posible, en el interior de sus embalajes originales.

5.4.2.4.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.

<u>Características técnicas de cada unidad de obra.</u>

- Condiciones previas.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño. Durante el montaje, se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Según el CTE DB HE 4 apartado 3.2.2, se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico. Cuando sea imprescindible usar en un mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y con el fluido de trabajo. No se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado para permitir elevaciones de la temperatura por encima de 60ºC. Cuando el material aislante de la tubería y accesorios sea de fibra de vidrio, deberá cubrirse con una protección no inferior a la proporcionada por un recubrimiento de venda y escayola. En los tramos que discurran por el exterior se terminará con pintura asfáltica.

Proceso de ejecución.

- Ejecución.

En general, se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes. En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, se aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0ºC, deberá estar protegido contra heladas.

- Sistema de captación:

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo. Preferentemente se instalarán captadores con conductos distribuidores horizontales y sin cambios complejos de dirección de los conductos internos. Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje. La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura. Se evitará que los captadores queden expuestos al sol por periodos prolongados durante su montaje. En este periodo las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

- Conexionado:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.2, el conexionado de los captadores se realizará prestando especial atención a su estanqueidad y durabilidad. Se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos, conectadas entre sí en paralelo, en serie ó en

serieparalelo. Se instalarán válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Además se instalará una válvula de seguridad por cada fila. Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie ó en paralelo, cuyo número tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. Si la instalación es exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie 5 captadores según el fabricante.

Los captadores se dispondrán preferentemente en filas formadas por el mismo número de elementos. Se conectarán entre sí instalando válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Los captadores se pueden conectar en serie o en paralelo. El número de captadores conexionados en serie no será superior a tres. En el caso de que la aplicación sea de agua caliente sanitaria no deben conectarse más de dos captadores en serie.

- Estructura soporte:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.3, la estructura soporte del sistema de captación cumplirá las exigencias del CTE en cuanto a seguridad estructural. Permitirá las dilataciones térmicas, sin transferir cargas a los captadores o al circuito hidráulico. Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, área de apoyo y posición relativa, para evitar flexiones en el captador. La propia estructura no arrojará sombra sobre los captadores. En caso de instalaciones integradas que constituyan la cubierta del edificio, cumplirán las exigencias de seguridad estructural y estanqueidad indicadas en la parte correspondiente del CTE y demás normativa de aplicación.

- Sistema de acumulación solar:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.1, el sistema de acumulación solar estará constituido preferentemente por un solo depósito de configuración vertical, ubicado en zonas interiores, aunque podrá dividirse en dos o más

depósitos conectados entre sí. Se ubicará un termómetro de fácil lectura para controlar los niveles térmicos y prevenir la legionelosis. Para un volumen mayor de 2 m^3, se instalarán sistemas de corte de flujos al exterior no intencionados.

Los acumuladores se ubicarán preferentemente en zonas interiores. Si los depósitos se sitúan por encima de la batería de captadores se favorece la circulación natural. En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible. Cuando sea necesario que el sistema de acumulación solar esté formado por más de un depósito, estos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrado. La conexión de los acumuladores permitirá su desconexión individual sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

- Sistema de intercambio:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.4, en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último.

- Aislamiento:

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios El aislamiento no quedará interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos en material aislante. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios,

quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Para la protección del material aislante situado en intemperie se podrá utilizar una cubierta o revestimiento de escayola protegido con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o chapa de aluminio. En el caso de depósitos o cambiadores de calor situados en intemperie, podrán utilizarse forros de telas plásticas. Después de la instalación del aislante térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volantes, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

- Circuito hidráulico:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.2, las conexiones de entrada y salida se situarán evitando caminos preferentes de circulación del fluido. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador, se realizará a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo. La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste. La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizará por la parte inferior y la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.2, la longitud de tuberías del circuito hidráulico será tan corta como sea posible, evitando los codos y pérdidas de carga. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tuberías de intemperie serán protegidas de forma continua contra las acciones climatológicas con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas.

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos. En el

trazado del circuito deberán evitarse, en lo posible, los sifones invertidos. Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

- Tuberías:

La longitud de las tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general. El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación. Las tuberías se instalarán lo más

próximas posibles a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. La distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación. Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o el enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas. En ningún caso se permitirán soldaduras en tuberías galvanizadas. Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre. Durante el montaje de las tuberías se evitaran en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

- Bombas:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.3, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, con el eje de rotación en posición horizontal. En instalaciones superiores a 50 m² se montarán dos bombas iguales en paralelo. En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la indicada en el apartado citado.

Siempre que sea posible las bombas se montaran en las zonas mas frías del circuito. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica. Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de estas. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres.

En instalaciones de piscinas la disposición de los elementos será: el filtro deberá colocarse siempre entre bomba y los captadores y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores.

- Vasos de expansión:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.4, los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba, a una altura tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario

En caso de vaso de expansión abierto, la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero no será inferior a 3 cm. El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado.

- Purga de aire:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.5, se colocarán sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado.

Se colocarán sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de batería de captadores y en todos los puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado. Las líneas de purga deberán estar colocadas de tal forma que no se puedan helar y no se pueda acumular agua en las líneas. Los botellines de purga estarán en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles. Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

Condiciones de terminación.

Al final de la obra, se deberá limpiar perfectamente todos los equipos, cuadros eléctricos, etc., de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado. Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles. Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

5.4.2.4.4. Control de ejecución, ensayos y pruebas.

- Control de ejecución.

Durante la ejecución se controlará que todos los elementos de la instalación se instalen correctamente, de acuerdo con el trabajo, con la normativa y con las instrucciones expuestas anteriormente.

- Ensayos y pruebas.

Las pruebas a realizar serán:

Llenado, funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
Se probará hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar. Comprobar que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga no están obturadas y están en conexión con la atmósfera.

Comprobar la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación.

Comprobar que alimentando eléctricamente las bombas del circuito entran en funcionamiento.

Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación.

Se rechazarán las partes de la instalación que no superen satisfactoriamente los ensayos y pruebas mencionados.

Conservación y mantenimiento.

Durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que este pueda prolongarse, se procederá a taponar los captadores. Si se utiliza manta térmica para evitar pérdidas nocturnas en piscinas, se tendrá en cuenta la posibilidad de que proliferen microorganismos en ella, por lo que se deberá limpiar periódicamente.

5.4.2.4.5. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la instalación, no obstante el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos han funcionado correctamente durante un mínimo de un mes, sin interrupciones o paradas.

5.4.2.5. Precauciones a adoptar.

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la
Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. de 9 de marzo de
1971 y R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

5.4.3. Control de la obra.

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la "Instrucción EHE" para el trabajo y ejecución de obras de hormigón Estructural:

5.5. Normativa técnica aplicable.

La normativa siguiente es la que se muestra a continuación:

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). (BOE 28/02/2008).
- Documento Básico (HE) Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Documento Básico (SI) Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Documento Básico (HR) Protección Frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 1731/2007, de 19 de octubre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Norma UNE-100.289:2005. Climatización: Sala de máquinas.
- Real Decreto 1.700/2.003, de 15 de diciembre, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, y el uso de biocarburantes.
- Real Decreto 2.085/1.994, de 20 de octubre por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones petrolíferas.
- Real Decreto 1.523/1.999, de 1 de octubre por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2.085/1.994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03, y MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 2.201/1.995 de 28 de diciembre.
- Reglamento de Aparatos a Presión.

- También se han considerado algunas recomendaciones de las Normas UNE, que afectan a este tipo de instalaciones.
- Ley 38/1.972 de 22 de diciembre sobre protección del ambiente Atmosférico y decreto 833/1.975 (B.O.E. 22/4/75).
- Ley 38/1.972 de 22 de diciembre sobre protección del ambiente Atmosférico y decreto 833/1.975 (B.O.E. 22/4/75).
- Real Decreto 1630/1992 por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE.
- Real Decreto 275/1995 de 24 de Febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 94/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva del Consejo 93/68/CEE.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E.
  8/3/1996).
- Todas las Normas UNE y de la CEE a las que se hace referencia en las RITE.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Todas las normas UNE a las que se hace referencia en el CTE.

Cualquier variación o ampliación sobre lo especificado en este trabajo deberá efectuarse de acuerdo con estas normas.

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ESTADO DE MEDICIONES

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

6. ESTADO DE MEDICIONES

6.1 REHABILITACIÓN DE LA ENVOLVENTE

Descripción	
Suministro y colocación de aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 120 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,25 W/(mK), densidad 20 kg/m³, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS). Incluso p/p de cortes y limpieza.	
Ud.	Medición
m^2	250

Descripción	
Suministro y colocación de aislamiento térmico por el interior de muro en contacto con el terreno, constituido por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 2,8 m²K/W, conductividad térmica 0,025 W/(mK), dispuesto sobre el trasdós del muro mediante fijaciones mecánicas.	
Ud.	Medición
m^2	250
Descripción	
Suministro y colocación de aislamiento térmico en placa de forjado formado por panel rígido de poliestireno extruido XPS RG de 100 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 0,9 (m²K)/W, conductividad térmica 0,025 W/(mK). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte, cortes y adhesivo cementoso, para la fijación del aislante en la estructura previamente desencofrada.	
Ud.	Medición
m^2	130

Descripción	
Suministro y colocación de aislamiento por el exterior en cubiertas inclinadas formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 100 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,25 W/(mK), densidad 20 kg/m³ , recubierto posteriormente por pizarra . Incluso p/p de cortes, fijaciones y limpieza.	
Ud.	Medición
m^2	130

Descripción	
Suministro e instalación de pizarra para techar en piezas rectangulares, 50x25 cm, de segunda calidad, grueso 3 a 4 mm, colocada formando tres espesores (cubierta terciada), y fijada sobre rastreles de madera de xatoba de 42x27 mm de sección, dispuestos en hiladas paralelas al alero. Incluso p/p de caballetes y limas, remates de chapa galvanizada de 25 cm de desarrollo, piezas de ventilación de cubierta, goterones y piezas especiales para formación de cumbreras y limatesas con forrados metálicos y acabados de pizarra, aleros, endobles y bordes libres.	
Ud.	Medición
m^2	130

Descripción	
Suministro y colocación de aislamiento térmico horizontal de soleras, constituido por panel rígido de poliestireno extruido XPS, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión >= 500 kPa, resistencia térmica 2,8 m²K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK) y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa separadora, preparado para recibir una solera de mortero(no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.	
Ud.	Medición
m^2	130

Descripción	
Suministro y montaje de carpintería de aluminio lacado color blanco con 60 micras de espesor mínimo de película seca, en cerramiento de fachada con premarco; certificado de conformidad marca de calidad QUALICOAT, gama básica; compuesta por perfiles extrusionados formando cercos y hojas de 1,5 mm de espesor mínimo en perfiles estructurales, herrajes de colgar y apertura, juntas de acristalamiento de EPDM, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad. Doble acristalamiento estándar formado por vidrio bajo emisivo exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio bajo emisivo interior Float incoloro de 6 mm de espesor, fijada sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Incluso cortes del vidrio, colocación de junquillos y señalización de las hojas.	
Ud.	Medición
m^2	175

6.2 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Descripción	
Suministro e instalación de caldera para la combustión de pellets, marca Greenheiss modelo GH-B224 con potencia nominal de 24,8 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1130x590x865 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión y del acumulador de A.C.S., base de apoyo antivibraciones, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 1" de diámetro y bomba de circulación, regulador de tiro de 150 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, base de apoyo antivibraciones, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión que enlaza la caldera con la chimenea. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Suministro e instalación de caldera de gasificación de leña, potencia nominal de 42 kW, marca Greenheiss modelo G-BLACK, con cuerpo de 1590x670x1370 mm, aislamiento térmico, cámara de combustión, de doble vórtice, de hormigón refractario, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, cajón para recogida y extracción de cenizas por la parte delantera de la caldera, control de la combustión mediante sonda Lambda integrada, sistema de mando integrado BioControl 3000, para el control de 2 circuitos de calefacción adicionales con bomba y válvula mezcladora, acumulador de A.C.S. y depósito de inercia, con sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula reguladora y bomba de circulación TOP S30/10, limitador térmico de seguridad, regulador de tiro de 150 mm de diámetro, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión que enlaza la caldera con la chimenea. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Suministro e instalación de tubería de distribución de agua caliente de calefacción formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y diámetros comprendidos entre 12-22 mm, colocado superficialmente en el interior de la vivienda, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica de 30 mm de espesor. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).	
Ud.	Medición
ml.	172

Descripción	
Suministro e instalación de electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,11 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre; p/p de elementos de montaje; caja de conexiones eléctricas con condensador y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.	
Ud.	Medición
Ud.	3

6.3 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

Descripción	
Suministro e instalación de captador solar térmico completo para instalación individual, para colocación sobre cubierta inclinada, formado por 1 panel de 2267x743x37 mm en conjunto, superficie útil total 1,45 m², rendimiento óptico 0,82 y coeficiente de pérdidas primario 11,53 W/m²K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de pizarr de 4 mm de espesor; depósito de 0,4 l, con un serpentín; kit de montaje sobre cubierta inclinada; doble te sonda-purgador y purgador automático de aire, incluso líquido de relleno para captador solar térmico. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	8
Descripción	
Suministro e instalación de captador solar térmico completo para instalación individual, para colocación sobre cubierta inclinada, formado por 1 panel de 2267x743x37 mm en conjunto, superficie útil total 1,45 m², rendimiento óptico 0,82 y coeficiente de pérdidas primario 11,53 W/m²K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de pizarr de 4 mm de espesor; depósito de 0,4 l, con un serpentín; kit de montaje sobre cubierta inclinada; doble te sonda-purgador y purgador automático de aire, incluso líquido de relleno para captador solar térmico. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
ml.	55

Descripción	
Suministro e instalación de grupo solar, marca GRUNDFOS modelo ALPHA SOLAR 25-145 180 formado por bomba de circulación con variador de frecuencia y centralita electrónica con 3 sondas de temperatura (Pt100) con vainas, 2 salidas de relé, pantalla digital para consulta de las temperaturas del captador solar y del depósito y de la ganancia solar, protección antihielo, registros de las temperaturas máxima y mínima del captador solar y de los tanques de almacenaje, sensores conectables para facilitar su instalación y función inteligente para calentamiento de piscinas o A.C.S., caudalímetro, válvula de seguridad, manómetro, válvulas de llenado y vaciado, tubos flexibles con aislamiento y carcasa para aislamiento térmico. Totalmente montada, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Suministro e instalación de vaso de expansión cerrado con una capacidad de 8 l, 425 mm de altura, 320 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión, incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Suministro e instalación de acumulador de A.C.S. de acero inoxidabale AISI-316L con revestimiento epoxídico, de suelo, 800 l, forro acolchado con cubierta posterior, aislamiento de poliuretano compacto inyectado en molde y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio. Incluso válvulas de corte, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Suministro e instalación de tubería de distribución de agua caliente de a.c.s formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente en el interior de la vivienda. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).	
Ud.	Medición
Ud.	3

Descripción	
Suministro e instalación de grupo solar, marca GRUNDFOS modelo ALPHA SOLAR 25-145 180 formado por bomba de circulación con variador de frecuencia y centralita electrónica con 3 sondas de temperatura (Pt100) con vainas, 2 salidas de relé, pantalla digital para consulta de las temperaturas del captador solar y del depósito y de la ganancia solar, protección antihielo, registros de las temperaturas máxima y mínima del captador solar y de los tanques de almacenaje, sensores conectables para facilitar su instalación y función inteligente para calentamiento de piscinas o A.C.S., caudalímetro, válvula de seguridad, manómetro, válvulas de llenado y vaciado, tubos flexibles con aislamiento y carcasa para aislamiento térmico. Totalmente montada, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción	
Suministro e instalación de depósito acumulador de gran volumén marca Chromagen de 500 litros de capacidad construido en acero al carbono con revestimiento interno vitrificado adecuado para instalaciones de agua caliente sanitaria y sistemas de energía solar térmica. Dispone de protección catódica por ánodo de magnesio y un aislamiento estándar de poliuretano flexible de 100mm.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Suministro e instalación de intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 41 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C, incluso válvulas de corte, manómetros, termómetros, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Suministro e instalación de vaso de expansión cerrado con una capacidad de 50 l, 620 mm de altura, 360 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión, incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.4 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Descripción	
Suministro e instalación de módulo solar fotovoltaico marca ATERSA modelo A-305P GSE de células de silicio policristalino, para integración arquitectónica en cubierta de la vivienda, potencia máxima (Wp) 305 W de 72 células, vidrio exterior templado de 5 mm de espesor, capa adhesiva doble de PVB, vidrio posterior templado de 5 mm de espesor, temperatura de trabajo -40°C hasta 80°C. Dimensiones 1955x995x50 mm, altura máxima de instalación 80 m, resistencia a la carga del viento 287 kg/m², peso 23,5 kg, vidrio transparente, con caja de conexiones, montaje con ganchos. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	12

Descripción	
Suministro e instalación de inversor monofásico marca TECHNOSUM modelo PIKO 3.6 para conexión a red, potencia máxima de entrada 3600 W, voltaje de entrada máximo 950 Vcc, potencia nominal de salida 3300 W, potencia máxima de salida 1980 VA, eficiencia máxima 97%, rango de voltaje de entrada de 180 a 950 Vcc, dimensiones 420x21x350 mm, con carcasa de aluminio para su instalación en interior o exterior, interruptor de corriente continua, pantalla gráfica LCD, puertos RS-485 y Ethernet, regulador digital de corriente sinusoidal. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Estructura para soporte y fijación de los módulos fotovoltaicos sobre cubierta de pizarra formado por anclajes de aluminio, tirafondos, placas para fijación de los módulos y la tornillería necesaria. Está incluido el estudio estructural.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Cuadro protección series fotovoltaicas marca GAVE sin monitorización para la conexión de 2 strings con MPPT, con bases portafusibles y fusibles para continua de 16A.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Cable flexible TOPSOLAR PV ZZ-F de 6 mm2 adecuado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Con conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Este cable es de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Suminstrado en rrollo de 100m. Apto para instalaciones interiores y exteriores.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Fusible cilíndrico PMP 10x38, In=16 A; PdC=10 kA; U=1000 V; fusibles Gpv	
Ud.	Medición
Ud.	2
Descripción	
Conector Mc4 4-6mm2 macho	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Conector Mc4 4-6mm2 hembra	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Material necesario para el conexionado e instalación de todos los equipos y elementos: grapas, cajas bridas, punteras…	
Ud.	Medición
Ud.	1

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

PRESUPUESTO

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

7. PRESUPUESTO

7.1 REHABILITACIÓN DE LA ENVOLVENTE

Descripción			
Suministro y colocación de aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 120 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,25 W/(mK), densidad 20 kg/m³, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS). Incluso p/p de cortes y limpieza.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m^2	250	50 €	12.500 €

Descripción			
Suministro y colocación de aislamiento térmico por el interior de muro en contacto con el terreno, constituido por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 2,8 m²K/W, conductividad térmica 0,025 W/(mK), dispuesto sobre el trasdós del muro mediante fijaciones mecánicas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m^2	250	42 €	10.500 €
Descripción			
Suministro y colocación de aislamiento térmico en placa de forjado formado por panel rígido de poliestireno extruido XPS RG de 100 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 0,9 (m²K)/W, conductividad térmica 0,025 W/(mK). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte, cortes y adhesivo cementoso, para la fijación del aislante en la estructura previamente desencofrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m^2	130	40 €	5.200 €

Descripción			
Suministro y colocación de aislamiento por el exterior en cubiertas inclinadas formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 100 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,25 W/(mK), densidad 20 kg/m³ , recubierto posteriormente por pizarra . Incluso p/p de cortes, fijaciones y limpieza.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m^2	130	75 €	9.750 €

Descripción			
Suministro e instalación de pizarra para techar en piezas rectangulares, 50x25 cm, de segunda calidad, grueso 3 a 4 mm, colocada formando tres espesores (cubierta terciada), y fijada sobre rastreles de madera de xatoba de 42x27 mm de sección, dispuestos en hiladas paralelas al alero. Incluso p/p de caballetes y limas, remates de chapa galvanizada de 25 cm de desarrollo, piezas de ventilación de cubierta, goterones y piezas especiales para formación de cumbreras y limatesas con forrados metálicos y acabados de pizarra, aleros, endobles y bordes libres.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m^2	130	25 €	3.250 €

Descripción			
Suministro y colocación de aislamiento térmico horizontal de soleras, constituido por panel rígido de poliestireno extruido XPS, de 100 mm de espesor, resistencia a compresión >= 500 kPa, resistencia térmica 2,8 m²K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK) y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa separadora, preparado para recibir una solera de mortero(no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m^2	130	40 €	5.200 €

Descripción			
Suministro y montaje de carpintería de aluminio lacado color blanco con 60 micras de espesor mínimo de película seca, en cerramiento de fachada con premarco; certificado de conformidad marca de calidad QUALICOAT, gama básica; compuesta por perfiles extrusionados formando cercos y hojas de 1,5 mm de espesor mínimo en perfiles estructurales, herrajes de colgar y apertura, juntas de acristalamiento de EPDM, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad. Doble acristalamiento estándar formado por vidrio bajo emisivo exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio bajo emisivo interior Float incoloro de 6 mm de espesor, fijada sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Incluso cortes del vidrio, colocación de junquillos y señalización de las hojas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m^2	175	120 €	21.000 €

TOTAL IMPORTE REHABILITACIÓN ENVOLVENTE	**67.400**

7.2 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Descripción			
Suministro e instalación de caldera para la combustión de pellets, marca Greenheiss modelo GH-B224 con potencia nominal de 24,8 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1130x590x865 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión y del acumulador de A.C.S., base de apoyo antivibraciones, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 1" de diámetro y bomba de circulación, regulador de tiro de 150 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, base de apoyo antivibraciones, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión que enlaza la caldera con la chimenea. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	3.357 €	3.357 €

Descripción			
Suministro e instalación de caldera de gasificación de leña, potencia nominal de 42 kW, marca Greenheiss modelo G-BLACK, con cuerpo de 1590x670x1370 mm, aislamiento térmico, cámara de combustión, de doble vórtice, de hormigón refractario, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, cajón para recogida y extracción de cenizas por la parte delantera de la caldera, control de la combustión mediante sonda Lambda integrada, sistema de mando integrado BioControl 3000, para el control de 2 circuitos de calefacción adicionales con bomba y válvula mezcladora, acumulador de A.C.S. y depósito de inercia, con sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula reguladora y bomba de circulación TOP S30/10, limitador térmico de seguridad, regulador de tiro de 150 mm de diámetro, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión que enlaza la caldera con la chimenea. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	4.326 €	4.326 €

Descripción			
Suministro e instalación de tubería de distribución de agua caliente de calefacción formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y diámetros comprendidos entre 12-22 mm, colocado superficialmente en el interior de la vivienda, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica de 30 mm de espesor. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
ml.	172	22 €	3.784 €

Descripción			
Suministro e instalación de electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,11 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre; p/p de elementos de montaje; caja de conexiones eléctricas con condensador y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	115 €	345 €

TOTAL IMPORTE INSTALACIÓN CALEFACCIÓN	**11.812**

7.3 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

Descripción			
Suministro e instalación de captador solar térmico completo para instalación individual, para colocación sobre cubierta inclinada, formado por 1 panel de 2267x743x37 mm en conjunto, superficie útil total 1,45 m², rendimiento óptico 0,82 y coeficiente de pérdidas primario 11,53 W/m²K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de pizarr de 4 mm de espesor; depósito de 0,4 l, con un serpentín; kit de montaje sobre cubierta inclinada; doble te sonda-purgador y purgador automático de aire, incluso líquido de relleno para captador solar térmico. Totalmente montado, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	430 €	3.440 €
Descripción			
Suministro e instalación de captador solar térmico completo para instalación individual, para colocación sobre cubierta inclinada, formado por 1 panel de 2267x743x37 mm en conjunto, superficie útil total 1,45 m², rendimiento óptico 0,82 y coeficiente de pérdidas primario 11,53 W/m²K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de pizarr de 4 mm de espesor; depósito de 0,4 l, con un serpentín; kit de montaje sobre cubierta inclinada; doble te sonda-purgador y purgador automático de aire, incluso líquido de relleno para captador solar térmico. Totalmente montado, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
ml.	55	9 €	468 €

Descripción			
Suministro e instalación de grupo solar, marca GRUNDFOS modelo ALPHA SOLAR 25-145 180 formado por bomba de circulación con variador de frecuencia y centralita electrónica con 3 sondas de temperatura (Pt100) con vainas, 2 salidas de relé, pantalla digital para consulta de las temperaturas del captador solar y del depósito y de la ganancia solar, protección antihielo, registros de las temperaturas máxima y mínima del captador solar y de los tanques de almacenaje, sensores conectables para facilitar su instalación y función inteligente para calentamiento de piscinas o A.C.S., caudalímetro, válvula de seguridad, manómetro, válvulas de llenado y vaciado, tubos flexibles con aislamiento y carcasa para aislamiento térmico. Totalmente montada, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	109 €	109 €

Descripción			
Suministro e instalación de vaso de expansión cerrado con una capacidad de 8 l, 425 mm de altura, 320 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión, incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	50 €	50 €

Descripción			
Suministro e instalación de acumulador de A.C.S. de acero inoxidabale AISI-316L con revestimiento epoxídico, de suelo, 800 l, forro acolchado con cubierta posterior, aislamiento de poliuretano compacto inyectado en molde y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio. Incluso válvulas de corte, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2.889 €	2.889 €

Descripción			
Suministro e instalación de tubería de distribución de agua caliente de a.c.s formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente en el interior de la vivienda. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	412 €	1.236 €

Descripción			
Suministro e instalación de grupo solar, marca GRUNDFOS modelo ALPHA SOLAR 25-145 180 formado por bomba de circulación con variador de frecuencia y centralita electrónica con 3 sondas de temperatura (Pt100) con vainas, 2 salidas de relé, pantalla digital para consulta de las temperaturas del captador solar y del depósito y de la ganancia solar, protección antihielo, registros de las temperaturas máxima y mínima del captador solar y de los tanques de almacenaje, sensores conectables para facilitar su instalación y función inteligente para calentamiento de piscinas o A.C.S., caudalímetro, válvula de seguridad, manómetro, válvulas de llenado y vaciado, tubos flexibles con aislamiento y carcasa para aislamiento térmico. Totalmente montada, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	109 €	1.199 €

Descripción
Suministro e instalación de depósito acumulador de gran volumén marca Chromagen de 500 litros de capacidad construido en acero al carbono con revestimiento interno vitrificado adecuado para instalaciones de agua caliente sanitaria y sistemas de energía solar térmica. Dispone de protección catódica por ánodo de magnesio y un aislamiento estándar de

poliuretano flexible de 100mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	658 €	658 €

Descripción			
Suministro e instalación de intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 41 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C, incluso válvulas de corte, manómetros, termómetros, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	660 €	660 €

Descripción			
Suministro e instalación de vaso de expansión cerrado con una capacidad de 50 l, 620 mm de altura, 360 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión, incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	102 €	102 €

TOTAL IMPORTE INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	**10.811**

7.4 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Descripción			
Suministro e instalación de módulo solar fotovoltaico marca ATERSA modelo A-305P GSE de células de silicio policristalino, para integración arquitectónica en cubierta de la vivienda, potencia máxima (Wp) 305 W de 72 células, vidrio exterior templado de 5 mm de espesor, capa adhesiva doble de PVB, vidrio posterior templado de 5 mm de espesor, temperatura de trabajo -40°C hasta 80°C. Dimensiones 1955x995x50 mm, altura máxima de instalación 80 m, resistencia a la carga del viento 287 kg/m², peso 23,5 kg, vidrio transparente, con caja de conexiones, montaje con ganchos. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Totalmente montado, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	12	348 €	4.172 €

Descripción
Suministro e instalación de inversor monofásico marca TECHNOSUM modelo PIKO 3.6 para conexión a red, potencia máxima de entrada 3600 W, voltaje de entrada máximo 950 Vcc, potencia nominal de salida 3300 W, potencia máxima de salida 1980 VA, eficiencia máxima 97%, rango de voltaje de entrada de 180 a 950 Vcc, dimensiones 420x21x350 mm, con carcasa de aluminio para su instalación en interior o exterior, interruptor de corriente continua,

pantalla gráfica LCD, puertos RS-485 y Ethernet, regulador digital de corriente sinusoidal. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.618 €	1.618 €

Descripción			
Estructura para soporte y fijación de los módulos fotovoltaicos sobre cubierta de pizarra formado por anclajes de aluminio, tirafondos, placas para fijación de los módulos y la tornillería necesaria. Está incluido el estudio estructural.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	421 €	421 €

Descripción			
Cuadro protección series fotovoltaicas marca GAVE sin monitorización para la conexión de 2 strings con MPPT, con bases portafusibles y fusibles para continua de 16A.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	225 €	225 €

Descripción			
Cable flexible TOPSOLAR PV ZZ-F de 6 mm2 adecuado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Con conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Este cable es de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Suminstrado en rrollo de 100m. Apto para instalaciones interiores y exteriores.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	245 €	245 €

Descripción			
Fusible cilíndrico PMP 10x38, In=16 A; PdC=10 kA; U=1000 V; fusibles Gpv			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	6 €	12 €
Descripción			
Conector Mc4 4-6mm2 macho			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	3 €	6 €

Descripción			
Conector Mc4 4-6mm2 hembra			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	4 €	8 €

Descripción			
Material necesario para el conexionado e instalación de todos los equipos y elementos: grapas, cajas bridas, punteras…			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	50 €	50 €

TOTAL IMPORTE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	**6.757**

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	96.780 €
13% GASTOS GENERALES	12.581,4 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	5.806,8 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN	115.168,2 €
21 % IVA	24185,322 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	139.353 €
PRESUPUESTO TOTAL	139.353 €

EL PRESUPUESTO ASCIENDE AL CANTIDAD DE: CIENTO TREINTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS

TÍTULO: **ESTUDIO ENERGETICO Y SIMULACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2017**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En el RD1627/1997 de 24 de Octubre se especifica la transposición a la legislación nacional de la Directiva 83/391 en Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales en la cual se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de producción de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz, y la Directiva 92/57 en R.D. 1627/97 disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción.

A efectos de este R.D., la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra, dada su dimensión y ejecución, no se incluye en alguno de los supuestos contemplados en el Artículo 4 del R.D. 1627/1997.

De acuerdo con el Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece los riesgos que se originan durante la ejecución de las obras en la vivienda. También se analizan las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes laborales y de enfermedades profesionales, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante el ejercicio de la actividad realizada en las instalaciones, las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, y las instalaciones preceptivas de

higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.

A tal efecto se debe contemplar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN.

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre, sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Directiva 89/686/CEE establece las exigencias mínimas esenciales que deberán cumplir todos los equipos de protección individual, independientemente del lugar donde esté ejerciendo la actividad.
- Directiva 89/656/CEE fija las disposiciones mínimas de seguridad y salud que garanticen una protección adecuada del trabajador en la utilización de los equipos de protección individual en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.

- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.

- Reglamento de Recipientes a presión.

- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril, sobres disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, que aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

8.4 DATOS DE LA OBRA.

8.4.1 Situación de la obra.

Las obras recogidas en este trabajo consisten en la rehabilitación de la envolvente de la vivienda situada en Ferrol souto 102cc. Así como la mejora de las instalaciones energéticas de la vivienda para conseguir una certificación energética clase A

8.4.2 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos.

El edificio se construirá mediante procedimientos constructivos convencionales y los medios usuales para el tipo de obra de que se trata.

Tanto la explanación y el movimiento de tierras para la preparación del terreno, como la apertura de zanjas para cimentación se realizará mediante el empleo de palas mecánicas adecuadas al tipo de terreno y dimensiones de los elementos. El relleno y compactación de zanjas se realizará mediante medios mecánicos: palas y compactadores mecánicos o manuales.

El hormigonado se realizará mediante vertido directo de cuba de camión hormigonera o bomba según la altura y accesibilidad del elemento hormigonado. Todos los hormigones se compactarán mediante vibrador.

Para el montaje de piezas prefabricadas de forjados, encofrados en altura, etc., se emplearán grúas torre o grúas sobre camión. Los pórticos metálicos, prefabricados en taller, se montarán y ensamblarán en obra mediante grúa sobre camión. Ídem en lo relativo al montaje de chapas de cubierta y cerramientos del mismo material.

Se emplearán los medios precisos para soldadura en obra (pinza) y apriete de tornillos de alta resistencia, calibrados u ordinarios, en uniones estructurales.

Los distintos trabajos se realizarán empleando los medios técnicos precisos para que las cargas a elevar manualmente no impliquen problemas a los trabajadores.

8.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

La ejecución de las obras puede dar lugar a la aparición de riesgos de accidentes tanto para el personal de la obra como de suministradores de materiales o elementos para la misma.

Asimismo, en ciertos casos pueden aparecer riesgos de accidentes para personas ajenas derivadas de actuaciones de máquinas en tránsito exterior o por proyecciones desde el interior de las obras.

8.5.1 Riesgos profesionales.

Entre los riesgos laborales del personal directamente adscrito a la obra pueden citarse los siguientes:

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Caída al interior de zanjas.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel (desde forjados en construcción, desde altura durante montaje de estructura, elementos de cubierta, etc.).
- Desprendimientos.

- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo.
- Ruidos.
- Golpes contra objetos.
- Impactos por caída de objetos.
- Heridas punzantes o aplastamientos en pies y manos.
- Salpicaduras de hormigón en ojos.
- Daños en los ojos por soldaduras.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Cortes con chapa o rebarbas.
- Interferencia con tuberías de abastecimiento en servicio.
- Utilización de productos bituminosos.
- Salpicaduras de productos asfálticos calientes.
- Cierres de zanjas.
- Explosiones de gas de botellas para corte oxiacetilénico.
- Quemaduras.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de incendio.

8.5.2 Medidas preventivas.

- Se cumplirá lo relacionado al orden y limpieza.
- La iluminación será la adecuada en función de la actividad.
- El operario deberá disponer de un sitio de trabajo seguro, no resbaladizo, sin la existencia de obstáculos, aislado del suelo y alejado de la zona de paso.
- El área de trabajo estará señalizada y delimitada.
- Todos los residuos generados en el desempeño de la actividad se depositarán en los contenedores correspondientes.

- Antes de hacer maniobras con equipos de elevación (polipastos, puentes grúa, etc.) para izado de piezas o montura de platos, cunetas, útiles, se debe comprobar el estado de los estrobos, grilletes, que se van a utilizar.
- En el montaje y desmontaje de platos de garras deben protegerse con una cubierta abisagrada para prever posible caída de los mismos.
- Control de la correcta colocación de las protecciones y útiles en los estantes.
- Todos los residuos generados se depositarán en los contenedores.
- Se mantendrán tanto los lugares de paso como las zonas de trabajo libres de obstáculos.
- Se mantendrá la concentración durante el trabajo.
- Antes del inicio de la actividad se comprobará que las herramientas están en buen estado.
- Las herramientas eléctricas habrán sido revisadas previamente e irán acompañadas de su correspondiente certificado de revisión.
- De las herramientas manuales no eléctricas se verificarán los mangos de los martillos y mazos antes de hacer uso de los mismos.
- La viruta se separará con un gancho apropiado quedando totalmente prohibido retirarlo directamente con las manos. Además, para dicha actividad se hará uso obligatorio de guantes de seguridad tipo montador.
- Todas las protecciones de la máquina cumplirán con lo establecido.
- Apantallamiento del puesto de trabajo.
- Uso de gafas de seguridad.

- Si se están mecanizando piezas que sobresalgan por el eje del torno, se debe proteger y señalizar, quedando prohibido el acceso a todo el personal

y adecuando la velocidad del torno para evitar desequilibrio de la pieza a mecanizar.

- Es obligatorio llevar la ropa de trabajo ajustada, utilizando mono siempre que sea posible o de lo contrario, llevando la camisa por dentro del pantalón; además los puños de la camisa irán abrochados y quedará totalmente prohibido el uso de joyas, anillos, pulseras, relojes, cadenas, etc., susceptibles de ser enganchados.

- En el mecanizado de acabados manuales con papel de lija de esmeril en superficie de interiores queda prohibido realizar esta operación con los dedos de la mano; se empleará un cepillo para la realización de dicha operación; no se manipulará con las manos sobre la pieza a mecanizar o con herramientas de corte con la máquina en marcha.

- Hacer uso de los medios mecánicos necesarios (polipasto, puente grúa...)

- Solicitar ayuda en cuantas personas sean precisas.

- Cumplir con la normas de prevención sobre herramientas eléctricas.

- Antes del inicio de la actividad se comprobará que los cables de alimentación de máquina están en buen estado, y que las protecciones de seguridad se encuentran correctamente posicionadas.

- De acuerdo con lo establecido, es obligatorio el uso de protección auditiva a partir de un nivel de ruido superior a 85 dB.

- Hacer la desconexión eléctrica fijando la seta de emergencia mediante enclavamiento.

8.5.3 Consideraciones a tener en cuenta.

Manipulación manual de cargas:

Una incorrecta manipulación manual puede ocasionar lumbalgias, lesiones en las articulaciones, fatigas innecesarias, cortes, etc. Para evitar todo esto, se han de respetar las siguientes reglas:

1. Buscar el equilibrio separando los pies y adelantando uno respecto al otro en el sentido de la marcha.
2. Agarrar firmemente la carga con las palmas de las manos.
3. Mantener la espalda recta y los brazos estirados. Utilizar la fuerza de las piernas para subir o bajar la carga.
4. Procurar no efectuar giros de tronco. Es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.

Manutenciones técnicas:

Es esencial revisar periódicamente el estado de los equipos y cables de seguridad. A la hora de realizar las operaciones de manutenciones mecánicas se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

1. Las carretillas y puentes grúas solo podrán ser manejados por personal autorizado.
2. Se utilizarán siempre los equipos adecuados a las cargas manejadas.
3. No se sobrecargarán los equipos.
4. No se transportarán personas en las carretillas.
5. Nunca se circulará por debajo de cargas suspendidas.

Máquinas e instalaciones:

En el manejo de máquinas e instalaciones se adoptarán una serie de medidas, tanto para la seguridad del operario como para la mejor conservación de las máquinas e instalaciones, citadas a continuación:

1. Antes de comenzar el trabajo se comprobará que todos los útiles, equipos y máquinas estén en perfecto estado.

2. No se alterarán ni anularán los dispositivos de seguridad.

3. No se usarán relojes, anillos o pulseras. Pueden producir enganchamientos y quemaduras de tipo eléctrico. Se evitarán también los cabellos sueltos y la ropa holgada.

4. Se avisará al mando correspondiente en caso de anomalía.

Herramientas portátiles y manuales:
Las medidas a adoptar serán las siguientes:

1. Es importante utilizar las herramientas adecuadas, que garanticen tanto la seguridad como la calidad de trabajo.

2. Guardar las herramientas en un lugar adecuado.

3. Conservarlas limpias y en buen estado.

Herramientas eléctricas:

1. Las herramientas eléctricas habrán sido revisadas previamente e irán acompañadas de su correspondiente certificado de revisión.

2. No utilizar cables gastados, pelados o reparados con cinta aislante.

3. Usar enchufes adecuados y en buen estado.

4. En zonas húmedas usar voltaje de seguridad (24 V ó 12 V).

5. No colocar cables sobre hierros, tuberías o muebles de metal, o cruzando vías de circulación.

Herramientas neumáticas:
Previa utilización, se comprobará el buen estado de manguitos y acoplamientos.

No se utilizará el aire comprimido ni para aseo personal, ni para limpieza del puesto de trabajo.

Intervenciones:
Las operaciones incorrectas en el mantenimiento y reparación de máquinas e instalaciones son una de las causas más frecuentes de accidentes de trabajo, por lo que se deberán extremar las precauciones en las mismas.

Estas intervenciones solo podrán realizarlas el personal autorizado que tomará las siguientes precauciones:

1. Dejar la instalación fuera de servicio siempre que sea posible, y asegurar la imposibilidad de puesta en marcha de la instalación durante la intervención.

2. Utilizar los dispositivos de bloqueo.

3. No intervenir sobre órganos o elementos de máquinas en movimiento.

4. Antes de la puesta en marcha verificar la ausencia de personal sobre el radio de actuación de la máquina.

5. Al terminar, dejar la instalación en perfecto estado.

6. Ante todo reflexionar antes de intervenir.

Productos peligrosos:

1. No guardar productos peligrosos en recipientes distintos de los dispuestos para tal fin, adecuados y etiquetados.

2. Respetar las instrucciones del etiquetado.

3. Aplicar las reglas de almacenamiento y, en el puesto de trabajo, acumular solo la cantidad mínima.

4. Evitar los derrames y realizar los vertidos en los lugares previstos para tal fin.

5. Mantener los recipientes tapados y tirar aquellos que estén vacíos.

6. No generar llamas ni chispas en la proximidad de productos inflamables.

7. Utilizar los medios previstos para la evacuación de gases y vapores peligrosos.

8.5.4 Riesgos de daños a terceros.

Estos riesgos se minimizan por el emplazamiento de las obras en una zona industrial y con poco tráfico tanto rodado como peatonal por quedar relativamente fuera de los viales de mayor circulación. No obstante, se considerará la posibilidad de aparición de riesgos de daños a terceros o personas o bienes ajenos a las obras derivados de la entrada y/o salida de vehículos y maquinaria a las vías públicas o por la presencia de curiosos en la proximidad de la obra.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera. Se señalizarán los accesos naturales a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso cerramientos.

8.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

8.6.1 Protecciones colectivas.

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de las protecciones colectivas ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales (sin excluir el uso de estas últimas).

En función de los riesgos previstos, podrán ser las siguientes:

- Acotamiento y señalización de zonas con riesgo de caída de objetos.
- Pórticos protectores de líneas eléctricas
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos para evitar la caída a zanjas.
- Jalones de señalización.

- Tubo sujeción cinturón de seguridad (en vano central).
- Anclajes para tubo.
- Balizamiento luminoso.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Redes anti-caídas.
- Barandillas resistentes en los bordes de plataformas o huecos por los que pudieran producirse caídas de personas.

- Señal normalizada de seguridad.

Se hará especial énfasis en la colocación de la señal normalizada de seguridad, que se colocará en todos los lugares de trabajo donde sea preciso advertir de riesgos, recordando obligaciones de usar determinadas protecciones, estableciendo prohibiciones o informando de situaciones de medios de seguridad.

8.6.2 Protecciones individuales.

En todas aquellas situaciones en las que por medios técnicos no se puedan eliminar los riesgos existentes, se utilizarán adicionalmente equipos de protección individual (EPI) adecuados, que estarán debidamente certificados por la CE y normalizados.

Podrán ser los siguientes:

- Cascos: obligatorios para todas las personas que participan en la obra de cualquier manera (estén o no en zonas de peligro directo), incluso visitantes periódicos o circunstanciales.
- Guantes de USO general.
- Guantes de goma.
- Guantes de soldador.
- Guantes dieléctricos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dieléctricas.

- Monos o buzos de tallas adecuadas a cada trabajador, teniéndose en cuenta las necesarias reposiciones a lo largo de la obra, según lo previsto en el convenio colectivo provincial de la construcción.
- Trajes de agua.
- Gafas contra impactos y anti-polvo.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldador.
- Mascarillas anti-polvo.
- Protectores auditivos.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción para trabajos en altura.
- Cinturón anti-vibratorio.
- Chalecos reflectantes para posibles trabajos nocturnos.

Estos equipos se mantendrán en buen estado de conservación debiendo procederse a su cambio por otros nuevos cuando resulte necesario.

Además de estos EPI, se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

8.6.3 Formación.

De acuerdo con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que todos los trabajadores y personal en general debe recibir, al ingresar en obra, una información comprensible y exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Los cursillos de socorrismo y primeros auxilios se impartirán eligiendo al personal más cualificado, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Las medidas de seguridad se harán extensivas a los trabajadores autónomos

según lo previsto en el artículo 12 del R.D. 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. En particular, por lo que respecta a la aplicación de los principios de la acción preventiva según el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales; al cumplimiento de las disposiciones mínimas de seguridad y salud reglamentadas; a la utilización de los equipos de trabajo más adecuados así como a las protecciones individuales necesarias; etc., y al entendimiento y respeto de las indicaciones y cumplimiento de las instrucciones del coordinador en materia de seguridad.

En todo caso, las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

8.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras.

Como medidas preventivas para tratar de evitar cierto tipo de accidentes se realizarán las siguientes actividades durante la ejecución:

- La obra se mantendrá en buen estado de orden y limpieza.
- El emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo se elegirá teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y elementos se realizará con los medios adecuados en cada caso.
- Se realizará el mantenimiento periódico e inspecciones que requiera las instalaciones y dispositivos a emplear en obra.
- Se delimitarán y acondicionarán las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales y elementos prefabricados en su caso.
- Se recogerán tras su empleo todos los materiales peligrosos usados.

- Se buscará la mejor cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades entre tajos o actividades dentro de la obra habrán de ser estudiadas con objeto de impedir interferencias que puedan originar problemas derivados de seguridad.

8.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios.

- **Botiquines.**

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.

- **Asistencia a accidentados.**

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde deben trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Se dispondrá en la obra de un plano ampliado de los centros hospitalarios y asistenciales de sanidad más próximos, para conocimiento de los trabajadores en caso de necesidad.

Es muy conveniente, además, disponer en la obra, en un sitio bien visible; de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

- **Reconocimiento médico.**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo máximo de un año.

- **Potabilidad del agua de consumo.**

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad si no proviene de la red de abastecimiento público de la ciudad.

8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS.

La identificación o análisis de riesgos tiene por objeto describir las fases de ejecución de los trabajos que se realizan con los posibles riesgos de accidentes asociados durante la realización de los mismos.

8.7.1 Evaluación de riesgos.

Una vez tenemos los riesgos identificados, podemos evaluarlos. La evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no se hayan podido evitar, obteniendo la información necesaria para establecer unas medidas preventivas. Valoramos los riesgos identificados en función de la probabilidad y consecuencia de su materialización y establecemos un valor del riesgo y una prioridad, detallando todas sus medidas preventivas a llevar a cabo.

La evaluación de riesgos es, por tanto, el punto de partida para obtener la información que permita tomar decisiones apropiadas sobre la necesidad y el tipo de medidas preventivas que deben adoptarse para garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general.

8.7.2.1 Riesgos de caída de personal desde altura.

Todo trabajo que se ejecute en altura, se realizará sobre andamios o plataformas de trabajo que han de reunir las condiciones fijadas en la normativa legal vigente, siendo además obligatorio el uso de cinturón de seguridad tipo arnés, que para soldadores, tendrá que tener la cuerda de amarre de material incombustible.

En los andamios o plataformas colgadas será obligatorio que el personal que se encuentre en la plataforma este sujeto mediante cinturón de seguridad a algún punto no perteneciente a la plataforma.

8.7.2.2 Riesgo de caída de objetos.

Como prevención de estas caídas se colocará rodapiés en todas las plataformas de trabajo, estando prohibido acopiar en ellas todos aquellos materiales o

herramientas que no sean imprescindibles. Asimismo, se adoptarán otras medidas tendentes a evitar los riesgos de caídas de objetos y materiales, tales como: rodapiés, mantas ignífugas, redes de protección, etc.

8.7.2.3 Riesgos de los desplazamientos verticales.

Para los accesos a las plataformas de trabajo se utilizarán con prioridad los accesos permanentes previstos, o en su defecto escaleras-torre, o cuando ello no sea posible, escaleras de mano con dispositivo antideslizante o convenientemente amarradas. En los andamios o plataformas colgadas se colocarán dispositivos anti-caídas, al que estarán sujetos mediante cinturón de seguridad tipo arnés los trabajadores que se encuentren en ella.

8.7.2.4 Riesgos por falta de orden y limpieza.

La acumulación de basuras, restos de materiales, acopios desordenados, etc., constituyen una serie de riesgos potenciales, tales como tropezones y caídas al mismo nivel, caídas de objetos a cotas inferiores, incendios, etc.

Conscientes de estos riesgos, consideramos el orden y la limpieza como un medio de protección colectiva de gran importancia. Se establece, por tanto, como norma a cumplir por todo el personal, la conservación de los lugares de trabajo en adecuado estado de limpieza y el orden en los acopios de materiales, para los cuales, sería conveniente designar una zona en cada nave.

Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo. Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Los derrames de líquido, aceites, grasa y otros productos, se limpiarán inmediatamente. Los residuos inflamables como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, recipientes metálicos, contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona

de la sección.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa, se eliminará inmediatamente sea doblándolo, cortándolo o retirándolo del suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usados de modo que se mantengan en perfecto estado.

Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. No se verterán en los mismos líquidos inflamables ni colillas.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar.

Las zonas de paso, o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Los huecos situados en plano vertical u horizontal deberán protegerse con barandillas, etc., a una altura mínima de 0,90 cm con listón intermedio y rodapiés, y estar iluminados, si es posible, de forma que se vean claramente tales protecciones.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones. Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo, y especialmente en los lugares, cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles, según indica la señalización dispuesta al efecto.

Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo (barandillas, tablones de plataforma de trabajo, escaleras, etc.) sin la debida autorización del mando responsable del tajo previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

Cuando se tenga que levantar rejillas por necesidades de montaje, deben colocarse obstáculos físicos (barandillas), o si esto no es posible, señalizarlo adecuadamente. Al finalizar de la jornada laboral y al mediodía, al ir a comer, se volverán a colocar en su lugar.

Las operaciones de limpieza se realizarán en los momentos, en la forma y con los medios más adecuados.

8.7.2.5 Riesgos por la falta de iluminación.

De ser necesaria más iluminación puntual en zonas del interior del edificio, se instalarán focos y/o se dotará al personal de lámparas portátiles alimentadas a 24V, a fin de eliminar riesgos derivados de una insuficiente iluminación.

8.7.2.6 Riesgos eléctricos.

Todos los cuadros de alimentación de grupos de soldar y máquinas eléctricas portátiles estarán protegidos por relés diferenciales, con puesta a tierra de las carcasas. Las máquinas eléctricas manuales que dispongan de doble aislamiento, no deberán conectarse carcasas a tierra.

Todas las mangueras de alimentación de cuadros, así como aquellas de los circuitos de soldeo y alargaderas para máquinas eléctricas portátiles serán de sección adecuada y no presentarán deterioro en sus aislamientos. Los empalmes y conexiones se realizarán de acuerdo con las normas fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Solamente el personal autorizado o cualificado podrá operar en los equipos eléctricos sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, de transformadores, etc.

Los empleados considerarán que todo conductor eléctrico o cable está conectado y bajo tensión. Antes de trabajar en ellos comprobarán la ausencia de tensión con aparato adecuado y lo pondrán en cortocircuito unido a tierra.

Antes de iniciar cualquier trabajo en aparato o conducción eléctrica que se ha desconectado, se unirá a tierra.

Todo equipo eléctrico, lámpara, herramienta, transformador u otro con tensión superiora la de seguridad (24 voltios) o que carezca de características dieléctricas de doble aislamiento, estará unido o conectado con tierra y tendrá un relé diferencial. Todos los portátiles para alumbrado serán alimentados con tensión de 24 V.

Cuando se paren máquinas o equipos activados eléctricamente por reparación, revisión, sustitución u otros motivos en los que haya que ponerse en contacto con la máquina, se señalizará ésta y el equipo de maniobra con tarjetas rojas y siempre que sea posible se cortará la alimentación, sea retirando los fusibles o por cualquier otro procedimiento eficaz.

El personal del servicio eléctrico usará, además del equipo personal común a todos los empleados (casco, gafas, manguitos, etc.), el siguiente(todos ellos con el

correspondiente certificado CE):

- ✓ Guantes de material aislante.
- ✓ Alfombra o banqueta aislante.
- ✓ Comprobador de tensión.
- ✓ Herramientas aisladas homologadas.
- ✓ Material de señalización
- ✓ Calzado aislante.
- ✓ Pantalla facial transparente de policarbonato.

El personal eléctrico ha de cumplir rigurosamente la norma que prohíbe el uso de anillos, relojes, botones metálicos, hebillas, etc., durante su trabajo.

En incendios de equipos eléctricos no se usarán extintores de espuma o agua. Se emplearán exclusivamente extintores de gas carbónico, polvo químico o halones.

8.7.2.7 Riesgos de proyección de partículas.

Estos riesgos están derivados de la utilización de máquinas de esmerilar portátiles y tienen como consecuencia general la introducción de cuerpos extraños en los ojos. Para limitar el riesgo en la zona de trabajo, los operarios han de estar protegidos con gafas de seguridad, y se colocarán, siempre que sea posible, pantallas que eviten que las proyecciones alcancen a terceras personas.

Mención especial merecen los riesgos que se derivan de realizar soldaduras y operaciones de corte en altura cayendo material fundente sobre personas y materiales, como evidente riesgo de quemaduras e incendios. Para evitarlo se colocarán mantas de fibra de vidrio o lonas ignífugas que retengan estas partículas incandescentes evitando con ello su caída descontrolada.

Asimismo, se dispondrán de extintores, perfectamente señalizados, en zonas próximas a los lugares donde se realicen trabajos con riesgo de incendio.

8.7.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga.

La carga y descarga de materiales e instrumentación en naves se efectuará mediante grúas autopropulsadas, cabestrantes, etc., de potencias varias, adecuados en cada caso alas características de los elementos a maniobrar.

Los estrobos estarán fabricados a partir de cables de alma de cáñamo y composición adecuada con el fin de conseguir la máxima flexibilidad. Los trenzados tendrán longitudes mínimas señaladas en los catálogos y estarán ejecutados con la mayor destreza. Dichos trenzados estarán completamente protegidos, de tal modo que ninguna punta de alambre sea visible al exterior.

Cada estrobo estará marcado en lugar visible con la carga máxima de trabajo. Dicha carga no podrá ser superior a un sexto de la carga de rotura del cable a la cual está fabricado y habrá sido probado satisfactoriamente a dos veces la carga de trabajo. Se permitirá la utilización de cables sujetos con grapas, siempre que el número de éstas sea igual o superior a lo especificado en los catálogos del fabricante. No obstante, en general, no se permitirá la sustitución de estrobos por ese tipo de cable.

El estrobado de carga se realizará de tal forma que la pieza a elevar no se someta a roces excesivos o deformaciones. El sistema de estrobado ofrecerá la máxima garantía en cuanto a estabilidad de carga, y todos los bordes o aristas vivas serán protegidos para evitar daños al cable. Para el estrobado se utilizarán eslingas y grilletes adecuados que serán revisados antes de su utilización.

En toda maniobra se designará una sola persona que será quien ordene los movimientos correspondientes al gruista.

8.7.2.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas.

Se vigilará especialmente el uso de las herramientas adecuadas para la ejecución de los trabajos y que éstas se encuentren en perfecto estado.

Los andamios y plataformas de trabajo se confeccionarán con arreglo a la normativa legal vigente colocando barandillas, rodapiés, número de tablones conveniente y accesos adecuados.

Las escaleras fijas y portátiles se mantendrán en perfecto estado.

Los estrobos, cables y cuerdas, utilizadas serán revisados al menos una vez al mes, inutilizándolos o destruyéndolos cuando se detecten deficiencias que rebajen su capacidad. La referida inspección será realizada por el responsable de las maniobras.

Los grupos de soldadura estarán alimentados por cuadros protegidos con relés diferenciales. Para que dichos relés protejan contra contactos eléctricos indirectos, es fundamental que la carcasa de las máquinas esté puesta a tierra.

8.7.2.10 Riesgos por carga y descarga de materiales.

Son de aplicación en este caso las normas relativas a izados, debido a que la mayor parte de los materiales se manipularán con la ayuda de grúas.

Cuando haya que desembalar materiales, se utilizarán herramientas apropiadas, y se eliminarán los restos de embalajes que tengan clavos.

La manipulación de materiales es causa de frecuentes contusiones y fracturas. Para esta tarea se requieren operarios entrenados, por lo que se evitarán, en lo posible, cambios de personal.

Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de seguridad.

8.7.2.11 Riesgo de escaleras portátiles.

Queda prohibido el uso de escaleras defectuosas o que no se pueda comprobar si se encuentran en buen estado.

Para trabajos eléctricos se usarán escaleras de madera, poliéster o fibra de vidrio.

Quedan prohibidas para estos trabajos escaleras metálicas, Las escaleras portátiles y especiales (más de 7 m.) estarán provistas de zapatas antideslizantes.

La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del punto o la superficie a donde se quiere llegar. La longitud máxima de las escaleras portátiles no podrá sobrepasar los 5 m, sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para mayores alturas se emplearán escaleras especiales.

La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del

punto o la superficie a donde se quiere llegar. La longitud máxima de las escaleras portátiles no podrá sobrepasar los 5 m, sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para mayores alturas se emplearán escaleras especiales.

Las escaleras se colocarán de modo que el ángulo con la vertical bajada del punto superior sea de 15 grados. De otra forma, la distancia entre la citada vertical y las zapatas de apoyo en el suelo deben ser la cuarta parte de la longitud existente entre la zapata del suelo y la intersección con la vertical del punto de apoyo superior.

Todas las escaleras portátiles se apoyarán sobre superficies planas y firmes.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesaria la colocación de una escalera portátil, se hará teniendo la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

Siempre que sea posible se amarrará la escalera por su parte superior y en caso de no ser posible habrá una persona en la base de la escalera. En escaleras especiales será obligatorio.

No se empalmarán dos escaleras sencillas.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se habrá parado el mecanismo en movimiento y quitado la energía.

Las escaleras de tijera deben estar totalmente abiertas y con el tensor extendido de modo que no permita deslizamiento alguno.

Las escaleras de madera no se pintarán con el fin de poder examinar su estado en todo momento; para su conservación se podrá aplicar un barniz transparente.

El usuario de la escalera portátil se mantendrá vertical o al lado, pero siempre dentro del espacio limitado por los largueros de la escalera.

Queda prohibido subir en una escalera a más de un operario simultáneamente.

En las escaleras portátiles no se deben pisar los tres últimos peldaños.

El descenso por una escalera portátil nunca se realizará de espaldas a la misma.

El operario deberá llevar ambas manos libres.

Las escaleras de madera deberán ser ensambladas, no clavadas.

Para trabajos continuados sobre escalera se deberá utilizar cinturón de seguridad tipo arnés.

Las escaleras portátiles no se utilizarán como guías, riostras ni para cualquier otro fin para el que no estén diseñadas.